

研究課題名	共通基盤技術の研究開発(M600)		技術課題(ブレークスルーポイント)と解決法		M620
	階層型群制御技術の研究(M620)		技術課題 (ブレークスルーポイント)	解決法	
研究機関名	三菱重工株式会社		① マイクロマシンに有効と考えられる、これまでに研究例がない同一サイズの関節を多数個連結した小型ホロニックメカニズムの実証モデルの製作 ② ケーブルの拘束力を削減するための省配線化		① 高トルク超音波モータと薄型構造の内公転減速機を組み合わせることによる駆動部の小型化 ② 信号線のシリアル化 ③ 電子部品の関節内蔵による信号線の削減
要約	原子カプラントのような複雑な環境内を移動点検できる超多関節メカニズムを目指して、同一サイズの関節を多数個連結したオクトパイダ(見かけ8本脚ロボット)の機構設計を行い、市販モータを利用して製作可能な最小サイズの実証モデルを製作。 移動制御では、冗長軸の多い72自由度を有効に使用した低負荷移動、及び複雑なキネマティクス演算が不要で階段や狭隘部を移動できる独自ののこぎり波進行波移動アルゴリズムを開発し、シミュレーションで実現性を検証。 変態を伴う歩行・進行波移動・その場旋回を行う変態制御および接触センサにより移動対象の変わり目を検出して最適な移動形態を選択する行動型制御を組み合わせた階層型群制御アルゴリズムを製作し、実証モデルに適用して、階段・狭隘部(パイプ、コーナ)・平面からなる移動環境の連続移動を実験例証し、メカニズムの成立性と移動アルゴリズムの有効性を示した。		① ホロニックメカニズムの効率かつ単純な移動制御手法の開発とシミュレーションによる検証		① キネマティクス演算が少ない冗長軸制御 ② 接触センサベースの単純な行動を組み合わせた移動制御 ③ 進行波移動による低負荷移動
目的・背景	① 目的 マイクロマシンを実現するために必要となる共通基盤技術として、同一関節を多数個連結した超多関節メカニズム機構の設計と形状変化を伴う移動制御技術を開発。 ② 背景 発電プラントの狭隘な箇所の点検を考えると、点検ルートは狭い上に種々の障害物があり、これらを乗り越えながら移動できるマイクロマシンが必要。これには、ホロニックメカニズムのように、マシン自身が障害物に応じて形状を変えて移動するのが有効。また、ホロニックメカニズムは体の太さが全て同じになっているため、全体が小さいほど力学的に有利であり、マイクロマシンに適したメカニズムである。以上のことを踏まえ、移動点検を行うマイクロマシンを目指して、ホロニックメカニズムの機構設計と超多自由度を効率よく使う移動制御の研究を実施。		成果	第1期は36自由度のホロニックメカニズムを試作し、変態制御の例証実験を行った。第2期は、これを発展させ、階層制御手法の開発を核に下記を実施した。	
目標	① 変態制御と行動型制御を組み合わせた階層型群制御アルゴリズムによる連続段差、狭隘部間の連続移動例証(図1) ② 段差・狭隘部移動を可能にするのこぎり波進行波移動を開発(図2) ③ 接触センサ活用による障害物回避アルゴリズムの開発(図3) ④ 省配線の超多自由度(72自由度)オクトパイダ(図4)の製作 ⑤ 直径40mm機電一体関節(図5)に搭載される世界最小15CCの0.7W超音波ドライバの製作(図6) ⑥ 直径10mmホロンを連結した小型オクトパイダでの階層型群制御アルゴリズムの成立性検証(計算機シミュレーション)		 図1  図2  図3  図4  図5  図6		
	① 推進指針 原子カプラントのような複雑な環境内において、階段や梯子を昇降し、また狭隘部を通り抜けることができるマイクロマシンを展望して、対象に応じて基本形態を変化させる変態制御とセンサ情報により単純な行動を同時並行的に行う行動型制御を用いた超多自由度のホロニックメカニズムの実現を目指す。自由度72自由度以上のオクトパイダを構築して、変態制御と行動型制御を最適に組み合わせる階層型群制御システム技術を開発する。 ② 技術的な位置づけ 1) 歩行・尺取り・進行波と変態を伴う移動メカニズムは世界初で独創的。 2) 従来のロボット(24自由度)よりも多い冗長軸を利用した移動制御は世界初。		今後の展開	① 製品化に結びつく技術 1) 小型機構設計技術 2) 接触センサ情報を利用した冗長軸制御 ② 実用化への道筋 発電プラントなどの移動点検、配管検査装置として適用を検討中。	