

## 2. 適応自在 AI ロボット開発

### 2023年度までの進捗状況

#### 1. 概要

本研究開発項目では、ヒトや環境に自由自在に適応することを目的として、柔らかくも固くもなり、しなやかさも調整が可能なアクチュエータ・機構を持つロボットハードウェア開発と、それらハードウェアに適応したセンシング・制御技術開発を行っている。

人の意図や行動を推定する技術と、人の目的やその人の体格・障がいの程度等に応じて、ロボットの形状や形態を変形させる適応自在 AI ロボットの開発を進めており、Robotic Nimbus という雲のように柔らかく変形し、筋斗雲のように人の意図に基づいて、人の運動機能を拡張させることが可能なロボットコンセプトを提案した。

#### 2. これまでの主な成果

人それぞれ異なる身体的な障がいや、苦手な運動・動作に対して、それを克服できる物理的支援を提供するロボットハードウェアを開発するためには、1台の高機能なロボットを構築するだけでは人の個別性や使用時の環境・目的すべてに適応することは困難である。そこで、本テーマでは、雲のように自由自在に変形し、くっついたり、はなれたりしながら、その人の状態（体格、障がい等）や環境・目的に合わせた支援を提供できる Nimbus Elements と呼ぶロボットハードウェア要素技術を開発した。

Nimbus Elements の自由な組み合わせにより自在に形状・機能を組み換え可能とし、目的に応じた支援を提供することにより、様々な形状・形態を有するロボット群が実現できる。また、雲のような柔らかい特性が Nimbus Elements 同士の協調制御を容易にするとともに、Nimbus

Elements で構成されたロボット群の複数の協調動作をも容易にすることが可能である。

2023年度は、支援形態（掴む、抱える、動かす、操る等）に応じた動作プリミティブを実現するために、Comfort Element（温度・湿度等調整）、Actuation Element（軽アシスト）、Holding Element（ヒトを抱える）、Gaspig Element（モノを掴む）、Moving Element（ヒト・モノを動かす）、Supporting Element（ヒトを支える・移動を支援する）、Manipulation Element（モノを操る）等の Nimbus Elements を開発した。

モノの取り扱いでは、剛体・定型物から柔軟・不定形物の扱いを実現するという挑戦的な課題があることに加えて、ヒトは柔らかいだけでなく、繊細に扱うとともに安定して支えるべき対象であることから、従来のロボットハードウェアの発展ではなく、柔らかくも固くもなり、しなやかさも調整が可能なアクチュエータ・機構を持つ新しいロボットハードウェア開発が必要となる。

2023年度は、世界初のロボットハードウェア要素技術として、人の体型に沿った優しい包み込みと体幹保持を両立する技術（重剛切り替え機構）、柔軟性と重量物搬送を両立する技術、人が装着できる軽量さと体幹や腕・足の姿勢を保持できるほどの剛性を両立する技術（重剛切り替え機構）、人の快適性を調整する温度・湿度・摩擦係数変化型スキン技術、人の身長や姿勢に応じた伸縮自在機構（オリジナルの長さから2倍程度の伸縮）等を実現している。

また、筋斗雲のように意思通りに動かすことができ、自身の能力を拡張してくれる存在が、新しい活動への挑戦を促すことを目指し、人の状態をセンシングし、自身の身体拡張を実感できるような物体マニピュレーション技術を開発するとともに、雲のようなふわふわした支援を提供するロボットが体の一部のように感じ、違和感のない（自分で動いていると感じる）支援動作を実現する技術を開発した。



#### 3. 今後の展開

- ・ 開発した Nimbus Elements を適切に統合し、様々な Robotics Nimbus プロトタイプを開発する。
- ・ 社会実装の観点から策定された介護ロボット支援シナリオを実現するための支援動作・タスクを抽出し、開発した Robotics Nimbus プロトタイプ群を適切に連携させることで実現する。
- ・ 具体化した支援動作・タスクの達成度合いをリビングラボにて検証する。