

名古屋大学名誉教授  
名城大学工学部メカトロニクス工学科教授  
北京理工大学教授

**福田 敏男**



名古屋大学を2013年退職し、6年目を迎えます。退職後は名城大学工学部メカトロニクス工学科・北京理工大学に在籍、引き続き研究に邁進して参りました。IEEE R10 Director として2013-2014年、IEEE Division X Director として2017-2018年務め、2015年秋には紫綬褒章受章の誉れに預かりました。また、日中共同研究を精力的に進め、2014年に中国政府より友誼賞を受賞し、2017年に中国科学院アカデミー会員に選出されました。

2018年は年初よりIEEE（米国電気電子技術協会）President-Elect2019に立候補すべく、多くの方々のご支援・ご協力の下、活動してまいり、日本のIEEE支部創設以来過去60年、アジア人として初の立候補、そして当選を得る事が叶いました。IEEEの43万人の会員のために、会員皆さんと一緒にIEEEのさらなる価値を創造・増進するとともに、次の人が後を続けて参画できるように枠組みやヒューマンネットワークの構築などに、さらなる貢献する予定です。

1988年、38歳の時、初代実行委員長として330名の参加者で創設スタートしたIEEEの主催の国際会議、Intelligent Robots and Systems (IROS)も、2018年の今年 Madrid で3700名の参加者でロボット分野の大きな会議に成長しました。スペイン国王のオープニングスピーチや数多くのロボット展示を目にして、恩師や初期の運営の苦労を共にした友人たちとともに会議のダイナミズムを感じました。その他、10以上内外にいろいろな会議を創設したおかげで、それぞれを回っていくだけで、追いつけずいます。

「人生100年」といわれる時代、今年古希を迎えますが、健康に留意しつつ、生涯現役を目標に引き続き、研究・社会貢献に努めて参りたいと思います。研究室より今年100人目の博士課程修了者を輩出致しました。アカデミアに進んだ世界中の卒業生の研究室を時折訪問、滞在するだけで、時間が過ぎていきますが、現在も以下の研究に引き続き取り組んでおります。

**Viva la Vida!!!**

### 1. インフラ構造物点検のためのロボット

本研究ではインフラ構造物の点検のため、UAV (Unmanned aerial vehicle) を用いた打音や目視点検用のロボットを作製、研究中です。ドローンに多自由度のロボットマニピュレータを搭載して、飛行の安定性、マニピュレータの位置決め制御、マニピュレータの壁への押し付け力制御、打音装置の製作と打音信号処理、SLAM を用いた Navigation、自律飛行、自律点検データベースとマネジメントシステム等について、基礎と応用研究をしています。

### 2. 凹凸面対応型濡れ性を有する吸着パッド

かたつむり等の Bioinspired Robotics の研究の一環として、濡れ性を用いて、通常のパッドではできない凹凸面での吸着を実現する吸着パッドのソフトロボット研究を行っています。濡れ性をマイクロ技術を用いて、毛細現象を利用した SWA (Super Wet Adsorption) として提案しました。これは、毛細管とポーラス部から構成されており、吸引時に水を徐々に排出することで、真空崩壊を防ぎ従来のパッドでは吸着できない凹凸面の吸着を実現しています。このパッドを装着したロボットにより従来吸着が難しかった、凹凸面や錆やほこりが付着した面を安定に吸着できるパッドを実現し、凹凸面を有する物体 (工業製品、農産物等) の把持ハンドやグripper、凹凸壁面移行ロボット等に応用できます。

### 3. 歩行補助のための杖型ロボット

本研究では、高齢者やリハビリテーション患者の為の歩行補助を行う杖型のロボットについて、操作者の姿勢から転倒し易い歩行パターンを検知し、転倒を事前に予想して予防する研究を行っています。転倒し易い歩行パターンとして、タンデムスタンスによる転倒を、力センサ、レーザ計測器を用いて計測して予測し、転倒を予防することを実現し、臨床試験を実施し、ロボットの評価を行っています。また、さらに軽量化、小型化することで、より扱いを簡便にした倒立振り子型の杖ロボットにより、リハビリテーション患者の体力トレーニングや社会復帰を補助する研究を行っています。

### 4. ヒューマン-マシン協調型ロボティクス

本研究では、人間の行う作業を支援し、人とロボットのそれぞれの有する優位性を生かしたヒューマン-マシン協調型ロボティクスの実現を目指しています。人間がロボット (機械) に合わせるのではなく、ロボットが人間に適応していくためには、ロボットが人間の意図を推定し、人間の動きに合わせた適切な動作を実現する必要があります。近年では、自律型のコンパニオンロボット、やサービスロボットの研究をしています。

### 5. マイクロロボット、マイクロメカトロニクス

本研究では、髪の毛程の小さなモータを作る技術を用いて、微小領域の物理現象を考慮してマイクロアクチュエータやマイクロマニピュレータの設計、試作及び解析、そして、制御に関する研究を行なっています。これまでに細径のパイプ中

を移動するマイクロ移動ロボットや、多自由度マイクロマニピュレータの開発を行ないました。また、ロボットグリッパやロボット用スキンとしての使用を目的に、圧電材料を用いたマイクロ触覚センサ及び集積が技術について研究を行っております。毎年開催されるマイクロ・ナノメカトロニクスとヒューマンサイエンスの国際シンポジウム (MHS) は、2018年に第29回を迎えます。

#### 6. バイオマイクロマニピュレーションシステム

本研究では、生物細胞のような微小な物体を操作するためのマニピュレーションシステムに関して研究を行っています。生物細胞や更に小さいDNAなどは接触プローブ型マニピュレータによって直接操作することは困難であると同時に操作対象を破壊してしまう恐れがあります。そこで、本研究では静電場・磁場・流体場・光場などを制御し、非接触と接触操作を併用した、非破壊・低侵襲なバイオマイクロマニピュレーションシステムの構築を目指しています。また、マイクロ・ナノピペットなどを用いたマイクロマニピュレーション技術とマイクロチップ技術を併用することにより、単一の微小な細胞を自在に操り、効率的かつ高度な操作・計測技術への応用を目指しています。近年では、線虫の走化成を利用し、マイクロチャンネル内で特定の化学物質の有無や濃度の識別に成功しています。また、3次元細胞システムを構築するため、各種の方法を提案しています。特に磁力により磁性細胞内包ファイバーを操作することにより、3Dの細胞構造組み立てを実現するバイオアセンブリー技術やさらに、将来のCyborgやBionicシステムの研究を提案し進めています。

#### 7. ナノマニピュレーションシステムに基づいたナノラボラトリ

本研究では、マイクロレベルからナノレベルまで、実験解析に基づいた理論と応用に関して研究を行っています。電子顕微鏡下でのナノマニピュレーションシステムに基づいたナノ計測、ナノ加工、ナノ組立てを実現した“ナノラボラトリ”を構築し、これまでは実現が困難であったマイクロ・ナノデバイス創製を目指しています。環境制御型電子顕微鏡(E-SEM)内でのナノマニピュレーションシステムを構築し、実時間・3次元環境下において、ナノバイオやナノ材料の加工・計測・組み立てを行うことが可能で、真空状態ではなく、湿潤状態にて、細胞の計測・操作システムを構築しています。これまで例えば、ナノプローブを用いて、細胞の生死状態や活性に関係した単一細胞の局所的な機械的・電気的な特性評価に成功しています。

#### 8. 血管内脳外科手術のための医用トレーニング・支援用システム

本研究は、医師が手術などを行う際のトレーニング・支援するシステムの開発を目的としています。血管内脳外科手術用カテーテルを用いた低侵襲手術における操作支援と血管内情報の提示に関して遠隔操作ならびに脳下垂体腫瘍のための手術シミュレータの作成を行っております。CTやMRIの画像から、患者個人個人の脳血管形状を3次的に再構築し、それをマイクロ3次元造形された同透明立体モデルEVEは、医師の訓練や技術評価を目的としたマイクロ手術のシミュレーショ

ンの他、患者のインフォームドコンセント等に使用可能です。近年では、生分解性材料による3次元人工血管足場を作製し、実際の血管の多層構造の実現や、フラクタル構造を有する Stent や Flow Diverter を新たに考案し、それをを用いた血管治療の応用研究を展開しています。また、脳のモデルを作成するとともに、脳下垂体腫瘍手術の硬膜モデルの作成と評価や手術の技巧技量の評価を行っています。

