

光ピンセットとメカトロ技術の融合による高度マイクロ操作技術

- 四国地域における健幸（HP）³社会の実現に向けてのメカトロニクス研究 -

産業技術総合研究所四国センター・健康工学研究センター 田中芳夫

四国の高齢化問題とメカトロ研究の変遷（研究背景）

四国は、最も高齢化が進んでいる地域の1つと言われて久しい。講演者が国立研の研究者として入所して最初に与えられた研究テーマは、四国の傾斜地で栽培されている温州みかんを、高齢化の進んだミカン農家に代わり自動的に収穫する果実収穫ロボットを開発するというものであった。この研究テーマは、農家の高齢化という社会問題の解決を第1次産業である農業へ自動化機械（ロボット）を導入することによる省力・効率化で解決すると共に、果実収穫ロボットの製造開発にかかわる農業機械製造業（第2次産業）へのメカトロニクス関連技術の導入による研究開発力底上げを行うという、四国の公的研究機関にとって一石二鳥の非常に魅力的かつ挑戦的な研究テーマであった（と思う）。また、現在、さかんに唱えられている農工の異分野連携の研究テーマとしても、最適な魅力的な研究テーマであったと思われる（数年前から ROBOMECH に農業のロボット・メカトロニクスというセッションができたように、今でも魅力的な研究テーマの1つであると思われる）。しかし、二十数年前のロボット工学の状況と四国地域での機械製造メーカ、さらには我々の研究所のメカトロ関連の研究ポテンシャルでは、5年という期間内での研究遂行は無理という大蔵省での査定となり、最後の最後に地域大プロという当時の通商産業省の大型研究開発プロジェクトとして研究開発が実施されることなく、このプロジェクトは立ち消えになってしまった。

現在でも、四国の社会問題を代表するキーワードの1つは、高齢化である。また、先に述べたように、高齢化の進展は他地域より進んでいたことから、古くから四国地域では医療技術開発に関する高いニーズがある^[1]。このことから、四国では数年前から産業クラスター計画の一環として、健康産業クラスターの形成をめざす取り組みを始めている。産総研四国センターでも、四国地域における健康産業振興の中核となる「研究拠点」をめざして、2005年に健康工学研究センターを設置して、研究ポテンシャルをそちらに大きく注いでいる。特に、健康工学研究センターでは、活力ある長寿社会の実現、すなわち、健幸（HP）³社会の実現に向けて、生命科学、化学、応用物理等の異分野の研究者が、各自の得意とする専門分野での第1種、第2種基礎研究^[2]の成果を挙げつつ、それと並行して、重点研究や大型予算PJに基づく研究協力の実施により、それら基礎研究の成果を互いに融合・統合し、成果実用化に向けての本格研究を推進するというシナリオで、チーム、さらにはユニットとしての研究を展開・推進しているところである。

光ピンセットとメカトロ技術の融合による高度マイクロ操作技術

計測制御・メカトロニクスを専門とする私は、産総研の提唱する第2種基礎研究を主軸として、非

接触マイクロ操作技術である光ピンセットと高度自動化技術である画像処理や制御技術を統合・融合化することでマニピュレーション機能の高度化・高精度化を図り、光学顕微鏡下の汎用マイクロ操作技術としての確立（学術的貢献）をめざすと共に、健康・医療に係わる新規 Micro-TAS 開発等への応用展開（成果実用化）を念頭において、研究を展開している。

図1は、光ピンセットと高度自動化技術という2つの技術の融合・統合化で生み出される技術シーズと応用の期待できる4つの分野を示している。第1種、第2種基礎研究^[2]の成果として「光てこ」^[3]や「多点光クランプ」^[4]という従来の光ピンセットでは操作できなかった非球状な形をした微小物を三次元操作できる新たなマイクロ操作法を生み出すことができた。また、多数の光ピンセットと画像処理の融合化による並列化・自動化・知能化という視点で、DNA チップなどの静的なマイクロチップにかわる技術としての「動的微粒子アレイ」という、より実用化に近いレベルの研究も進めている。ロボット工学やメカトロニクスのマニピュレーション技術という視点でマイクロ操作のための光ピンセットをみると、光学や化学を専門とする研究者では決して取らない研究アプローチをとれることが研究開発を進める上で大きな強みになっていると実感している。

参考文献

[1] 医用生体バイオ工学（特別小特集，マイクロテクノロジーの開花へ向けて），電子情報通信学会誌，Vol.85，No.10，715/739（2002）。

[2] 吉川弘之・内藤耕，第2種基礎研究，日経BP社（2003）。

[3] Y. Tanaka, et al., Electronics Letters, Vol.43, No.7, 412/414（2007）。

[4] Y. Tanaka, et al., Optics Express, Vol.16, No.19, 15115/15122（2008）。

自己紹介： 田中 芳夫（たなか よしお）

健康工学研究センター，生体ナノ計測チーム

徳島大学大学院工学研究科電子工学専攻修士課程を修了し，1986年四国工業技術試験所（現産総研四国センター）に入所。入所以来，ロボットやクレーンなどのメカトロシステムの制御とカオス解析，太陽光発電システム，光ピンセットなど，多様な分野の研究テーマに従事してきました。入所当時の最初のテーマであった果実収穫ロボットも，研究者の夢としていつか実現してほしいと願っています。



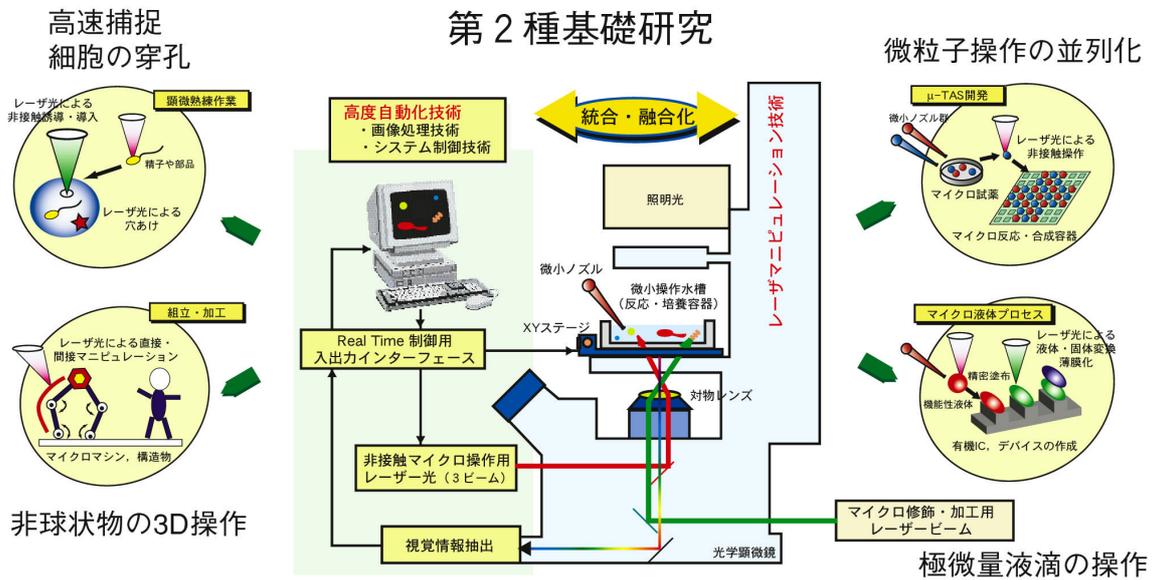


図1 光ピンセットと高度自動化の2つの技術の融合・統合化と期待できる応用分野

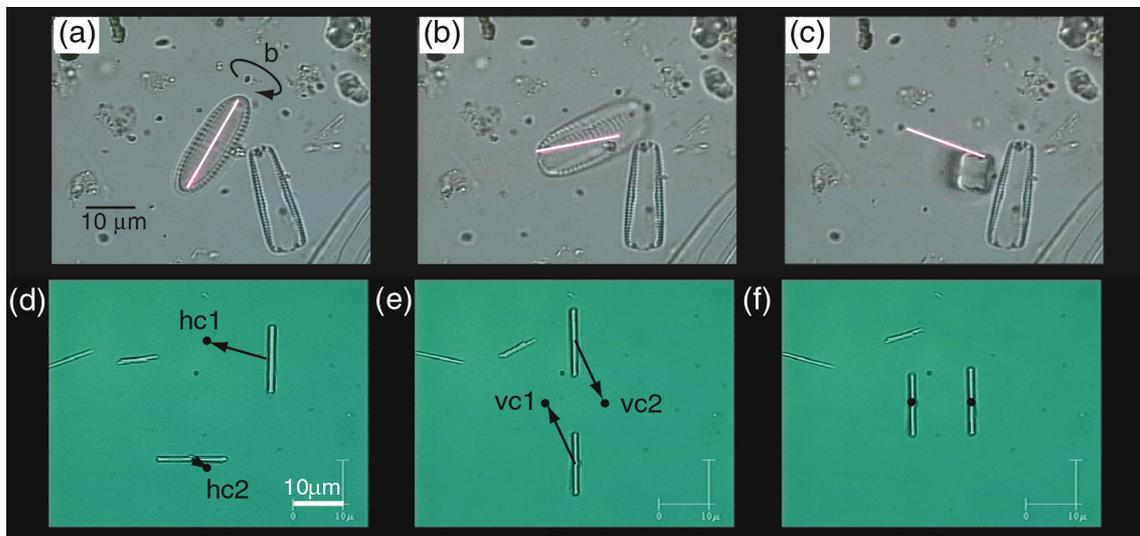


図2 非球状微小物の非接触マイクロ操作の様子

(a-c): 光による珪藻の動的3次元操作, (d-f): 多点光クランプによるウイスキアの自動操作

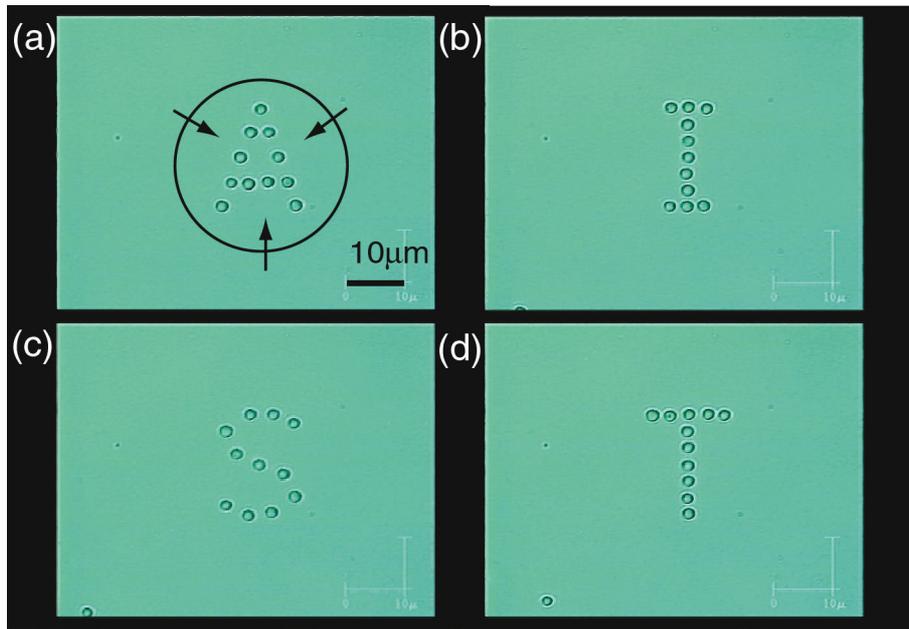


図3 動的微粒子アレイの自動生成の例 (サンプル: 2.5 μm ガラス球)