

戦略的国際科学技術協力推進事業（日本－台湾研究交流）  
「バイオエレクトロニクス」 課題終了報告書

1. 研究交流課題：「バイオアプリケーションに向けた低磁場 MRI 技術および 磁気微粒子イメージング技術の開発」
2. 研究期間：平成 25 年 1 月 1 日～平成 28 年 3 月 31 日
3. 支援額：総額 14,455,000 円
4. 主な参加研究者名：  
日本側チーム

	氏名	所属	役職
	田中三郎	豊橋技術科学 大学	教授 工学博士
	廿日出 好	豊橋技術科学 大学(現在 近 畿大学)	准教授 博士(工学)
	齊藤 敦	山形大学大学 院理工学研究 科	准教授 博士(工学)
	Zhang Yi	ドイツ ユー リッヒ国立研 究所	研究員 PhD
	村田 隼基	豊橋技術科学 大学	大学院博士前期学生 工学士
	大石朋弥	豊橋技術科学 大学	大学院博士前期学生 工学士
	鈴木健文	豊橋技術科学 大学	大学院博士前期学生 工学士
		研究期間中の全参加研究者数	7名

相手側チーム

	氏名	所属	役職
	Hong Herng-Er	Institute of Electro-optical Science and Technology, National Taiwan Normal University	Professor Ph.D.
	Yang, Hong-Chan	Institute of Elect ro-optical Scienc e and Technolog y, National Taiwa n Normal Univer sity	Adjunct Faculty, Professor Ph.D.
	Chieh, Jen-Jie	Institute of Electro-optical Science and	Professor Ph.D.

	Technology, National Taiwan Normal University		
Liao, Shu-Hsien	Institute of Electro-optical Science and Technology, National Taiwan Normal University	Associate Professor	Ph.D.
研究期間中の全参加研究者数		4名	

#### 4. 研究・交流の目的

ナノ磁気微粒子は造影剤やドラッグデリバリーに使用されており、それらのイメージング技術は極めて重要である。本研究は最新のセンサ技術を応用した超低磁場 MRI（核磁気共鳴像）技術と MPI（Magnetic Particle Imaging）技術を組み合わせて、高感度でナノ磁気微粒子のイメージングを行うことを目的とする。具体的には主に日本側はシステム構築およびアルゴリズム開発を行い、台湾側は  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  等、ナノ磁気微粒子の合成を得意としているのでこれを担当すると共にシステム構築を行う。ソフトウェアは日本と台湾で協力して考案し、データの比較検討を行う。双方の研究チームが相互補完的に取り組むことで動物やヒト体内のナノ磁気微粒子の手術中の簡易イメージングが可能となり、高齢化社会での QOL（Quality of Life: 生活の質）の向上に寄与することが期待される。

#### 5. 研究・交流の成果

##### 5-1 研究の成果

本事業では磁気ナノ粒子 2D イメージングシステムを試作して評価した。本システムは、磁気ナノ粒子の磁化応答を計測するための差動型検出コイル、磁気ナノ粒子に交流磁場を印加するためのソレノイド型交流変調磁場コイル、直流バイアス磁場を印加するためのヘルムホルツ型直流バイアス磁場コイル ( $B_z$ )、イメージング領域に磁場勾配を印加するための一組のリング型永久磁石、などから構成されている。これまで X 方向のサンプル走査用には機械式のアクチュエータを用いていたが、最終年度にはこれを直流バイアス磁場コイル ( $B_x$ ) に変更した。これによってサンプルを移動させることなくイメージングすることが出来るようになった。磁気ナノ粒子サンプルには Resovist 造影剤や台湾で調製した MR-DEX を用いた。2次元イメージ再構築のソフトウェアは台湾側の技術協力を得て作成することができた。台湾側ではこれまで MRI のイメージングで実績があり、多くのノウハウをもっており、大変役に立った。2次元イメージングの結果、サンプルの大きさを反映した画像を得ることが出来、サンプルの位置を正しく示すことが出来た。

##### 5-2 人的交流の成果

研究進捗状況の相互理解のために少なくとも年に 1 回は日本側から台湾を訪問、また、台湾側から日本を訪問することを基本とした。また、出来るだけ国際学会発表には双方の連名で成果を報告するように心がけた。

本事業では 2 回のシンポジウムとワークショップを開催し、特に最終年度にはメンバー以外の台湾および日本の研究者も参加できる国際ワークショップ “Workshop on Magnetic-fluids and Magnetic Particle Imaging 2015 (WMMPI2015)” を双方で企画して台湾で開催することができた。また、これがきっかけで事業終了後の H28 年度も自主的に同様の国際ワークショップを日本で実施することとしており、台湾側からも参加の予定である。

6. 本研究交流による主な論文発表・主要学会での発表・特許出願

論文 or 特許	・論文の場合： 著者名、タイトル、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年、DOI ・特許の場合： 知的財産権の種類、発明等の名称、出願国、出願日、出願番号、出願人、発明者等	特記 事項
論文	Yi Zhang, Hayaki Murata, Yoshimi Hatsukade, and Saburo Tanaka, "Superparamagnetic nanoparticle detection using second harmonic of magnetization response", Review of Scientific Instruments 84, 094702 (2013). doi: 10.1063/1.4820447	公開 可
論文	Saburo Tanaka, Tomoya Oishi, Toshifumi Suzuki, Takeyoshi Ohtani and Seiichiro Ariyoshi, "Imaging of Magnetic Nanoparticles using second harmonic signals", IEEE Trans. on Magnetics, 99, (2015) 1-4. doi: 10.1109/TMAG.2015.2445411	公開 可
論文	Saburo Tanaka, Hayaki Murata, Tomoya Oishi, Toshifumi Suzuki, Yi Zhang, "2D magnetic nanoparticle imaging using magnetization response second harmonic", Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 383 (2015)170-174. doi:10.1016/j.jmmm.2014.10.005	公開 可
論文	Saburo Tanaka, Hayaki Murata, Tomoya Oishi, Yoshimi Hatsukade, Yi Zhang, Heng-Er Horng, Shu-Hsien Liao and Hong-Chang Yang, "Imaging of Magnetic Nanoparticles using a Second Harmonic of Magnetization with DC Bias Field", IEEE Transactions on Magnetics, 51, 6502504 (2015). doi: 10.1109/TMAG.2014.2322375	公開 可
特許	磁性微粒子検出装置及び磁性微粒子検出方法、日本国内、出願日 2013/5/16、特願2013-103833、豊橋技術科学大学、田中三郎、ツァンイー	公開 可