

研究室訪問

慶應義塾大学 理工学部機械工学科

宮田昌悟専任講師 訪問記

(18回受領者)

7月10日、難波啓一選考委員（大阪大学生命機能研究科教授）にご同行いただき、慶應義塾大学理工学部機械工学科宮田昌悟専任講師の研究室を訪問させていただきました。

まだ梅雨明け前でしたが、この日は夏を思わせる青空が広がり、横浜市日吉の山の中腹に位置する慶應大学の矢上キャンパスが我々を迎えてくれました。

○ まずは貴研究室を簡単にご紹介願います。

私の研究室は本年度、私と4回生と修士の12名の学生とともに研究を推進しています。研究内容としては、「生物とキカイの融合」ということで、主に細胞を用いて生体外で骨や軟骨を作り出す「再生医工学」に取り組んでいます。

○ 当時の研究助成課題についてご説明願います。

2007年当時は、九州工業大学大学院の生命体工学研究科に所属しており、「磁気共鳴緩和現象を応用した生体軟組織のマイクロ構造評価システムの構築」という課題で助成していただきました。

膝などの関節の軟骨疾患を治療するための再生医療として、患者の健全な細胞組織を取り出して、生体外で培養した軟骨組織を損傷部に移植します。再生治療における効果は、生体外で培養した組織が生体内環境に耐えるか、言い換えると健全な軟骨と同等の特性を持つかに依存します。

課題の一つは3次元培養でした。通常の培養だと組織は2次元に広がっていきます。仔牛の関節を無菌室で切り裂いて細胞を取り出し、基盤材料としてアガロース（寒天のようなもの）と混ぜて細胞入りゼリーを培養液で培養しました。最初はほとんど透明ですが、4週間経過したものは白くってきます。今でもこの方法で3次元培養しています。

もう一つの課題は、再生した軟骨組織の特性を非侵襲的に測定する方法の確立でした。弾性率、破断強度などの直接的な計測では組織にダメージを与えてしまいます。軟骨が、スポンジ状の固体



宮田昌悟先生

成分が水分を多量に含むような高含水性の物質であることに着目し、水分子の拡散係数という特性を q-space MRI（磁気共鳴画像法）によって測定しようとしてしました。九州工業大学が保有している磁場強度の高い4.7 TeslaのMRI装置を利用しました。

そして、単に拡散係数（水分子の動きやすさ）を数点測定するのではなく、多点測定することにより、拡散係数が複数の成分からなり、それを分析することが関節軟骨のマイクロ構造を測定・評価する手法として有効であることが検証できました。



3次元培養：0日目（左）と28日目（右）

○ 当事の研究助成課題はその後、どのように進みましたでしょうか？

この中間成果を日本磁気共鳴医学会で発表したところ、お陰様でEポスター優秀大会長賞という賞をいただきました。そしてこの研究期間中ではありましたが2008年4月に現在の慶應義塾大学に赴任してきました。ちょうどその頃に生体軟組織の測定・評価に目処が立ったこともあり、私自身の研究対象は治療効果の高い軟組織の再生・抽出にシフトしていきました。

助成課題の成果はその後、共同研究者であった東京大学大学院医学系研究科の牛田多加志先生が継続されていて、国際標準化機構（ISO）に登録される予定です。

現在取り組んでいる研究の一つは、生体組織に限りなく近い組織を再生するためのメカノ・バイオリアクター（圧縮刺激型培養装置）の開発です。3次元培養については助成課題の手法を継承しながら、次世代型培養装置として、機械的な刺激を与えることで培養した細胞と人工材料から再生した軟組織を鍛えて、健全な組織と同等の再生組織を作り込む装置です。歩行時の膝の負荷を模擬して0.5~1 Hzで圧縮の刺激を与えることにより、軟らかくて脆い組織が硬くてしなやかな組織に鍛えられていきます。

もう一つの研究は、治療効果の高い細胞を選別（セルソーティング）するためのマイクロセルプロセッシング装置の開発です。既存の装置は非常に高価で、大量処理ができて高分離精度を有する一方で細胞へのダメージが大きいという難点があります。現在開発中の装置は、細胞の誘電泳動現象を利用して、安価で細胞へのダメージの低いものを狙っています。

今後は、これら開発中の装置で再生・選別した組織を、助成課題で開発した測定・評価技術で測定・評価し、その結果を装置や手法にフィードバックしていきます。もちろん測定・評価技術を改良していくことも必要だと思っています。再生・抽出と測定・評価を繰り返しながら、実用化を目指します。

○ 研究成果の活用される分野、そして長期的な目標についてお聞かせ下さい。

関節軟骨の再生医療はもともと米国で開発され、日本でも臨床応用の段階にまで来ています。私の研究は、再生医療に対する工学的アプローチにより、生体組織に限りなく近い再生組織を創り、治療効果の高い細胞を抽出することが目標です。

また我々のセルソーティング技術は、細胞を選り分ける、特に小容量を低ダメージで選り分けるニーズに対応できます。血液関係や創薬分野への応用を狙っています。さらに日本発の技術であるiPS細胞の周辺技術として応用範囲は広いと思われます。

私自身は機械工学分野の出身なので、医療機器の分野で日本の覇権を取り戻したく、それに微力ながら貢献したいと思っています。私が作った機器が世界の医療現場で活用されることを夢見ています。

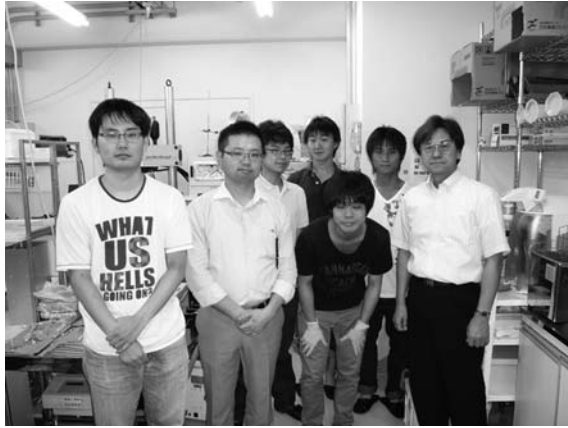


圧縮刺激型培養装置

○ 研究室では多くの学生を指導されていますが、教育者として留意されていることは？

最近の学生はスマートに振る舞い過ぎます。やる前にこれは無理だとあきらめてしまうのです。まずは手を動かす、泥臭く、こつこつと積み上げていくという指導をしています。何回かやっていると学生も分かってくれます。また一人の学生に、装置作成から実験、評価までやるよう指導しています。企業に就職しても必ず役立つはずです。

私自身もそうだったのですが、機械系の実験は最後には成功するものという予測ができますが、生物系は相手次第。つまり装置は動くが、培養はその通りにならないのです。そのカルチャーショックを払拭してやることも大切です。



宮田先生（左から二人目）と研究室の皆さん
（一番右は難波選考委員）

○ 最後に、当財団に望まれることがあればお聞かせ下さい。

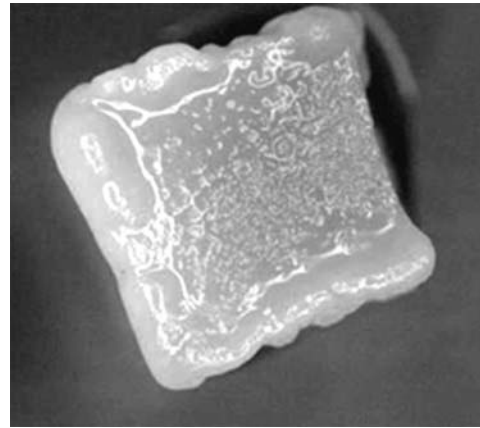
御財団の助成は、研究者として駆け出しの頃だったので大変助かりました。時間と場所はあるが人と金がなかったので貴重でした。これで1、2年がんばれると思い、研究が一気に加速しました。

従って、若手研究者の支援を継続していただきたいと思います。アイデア、構想で判断していただくと実績のない若手には嬉しいものです。特に任期付きポストでは短期の成果が求められるので、大変ありがたいです。是非よろしくお願いします。

また、京都の宝ヶ池のプリンスホテルで開催された贈呈式は、大変立派でした。その時に発表したパネルを記念に持って帰りましたが、あの贈呈式に出席し大変励みになりました。是非これも継続して欲しいと思います。



仔ウシ関節からの軟骨組織の採取



研究室で生み出された再生軟骨

あとがき

宮田先生のお話をお聞きして、所属と研究課題が変遷する中で、軸がぶれずに着実に進んでいるという印象を受けました。また学生の指導にも気を使っていらっしゃる、自由闊達な雰囲気の中にも礼儀正しさを忘れない皆さんに好感を抱きました。

短い時間でしたが、将来を担う研究者であり後進を指導する教育者でもある宮田先生、そして研究室の皆様に触れることが出来て、まさしく梅雨の晴れ間のような清々しい気持ちになりました。

宮田先生と研究室の益々のご活躍、ご発展を祈念申し上げます。ありがとうございました。

（レポーター：常務理事 田中敏文）