

# 臨床整形外科 2011 5

MAY  
Vol.46 No.5

## CLINICAL ORTHOPAEDIC SURGERY

視座	薔薇の栽培と、「人づくり、人そだて」……………高相 晶士……	393
器械	新しい低侵襲脊椎後方開創器 —低侵襲 Love 法への臨床応用……………平山 次郎・他……	395
LECTURE	エホバの証人(信者)に対する整形外科治療……………倉都 滋之……	401
工学からみた 整形外科	④情報工学からみた整形外科……………畑 豊……	408
境界領域/ 知っておきたい	ブレイン・マシン・インターフェース(BMI)が拓くりハビリテーションの 新たな可能性……………里宇 明元……	412
最新基礎科学/ 知っておきたい	マイクロ RNA の基礎と応用……………高田 修治……	418
連載	成長期のスポーツ外傷・障害と落とし穴⑦……………河原 勝博・他……	425
	医者も知りたい【医者のはなし】④……………木村専太郎……	430
臨床経験	頸髄症における手術前後の他覚的・自覚的重症度と健康関連 quality of life との関係……………樋口 大輔・他……	435
	特発性大腿骨内顆と脛骨内顆骨壊死に対する人工膝単顆置換術(UKA)の 短期治療成績……………金子 卓男・他……	443
	上腕骨小頭離断性骨軟骨炎 33 症例の手術成績……………高橋 竜平・他……	449
	鏡視下 Bankart 修復術前後の二重斜位横断 MR 関節造影による 関節窩陥凹評価と臨床成績の関連……………前田 周吾・他……	455
症例報告	金属アレルギーの変形性股関節症患者に対する人工股関節置換術の1例 ……………大谷 崇裕・他……	463
	多数回手術を要した腰椎カリエスの1例……………田中 智史・他……	467
	有痛性斜頸を呈した後頭蓋窩腫瘍の1例……………三輪 俊格・他……	473
	尺骨発生の bizarre parosteal osteochondromatous proliferation (Nora lesion)の1例……………佐藤 央・他……	477
	脊椎手術後の髄液漏による頭蓋内硬膜下血腫を生じた2例 ……………傳田 博司・他……	483
INFORMATION	第13回転倒予防指導者養成講座(熊本)…411/第14回日本内視鏡低侵襲脊椎外科学会学 術集会…428/第19回日本腰痛学会…453/第109回東北整形災害外科学会延期のお知らせ…481	

## 4 情報工学からみた整形外科

畑 豊

兵庫県立大学大学院工学研究科教授

### ■はじめに

近年の医療用診断装置の発展はめざましく、X線MDCTでの高精細画像をはじめとして、オープンMRIを用いた患部画像観察下での手術、内視鏡手術でのナビゲーション技術、ダヴィンチやゼウスによるロボット手術、これらはすべて高度なエンジニアリング技術により実現された成果である。現在、多くの工学者が工学分野の1つとしての医用健康装置開発およびそのデータ処理に関心を示している。今後、クラウドコンピューティングのさらなる高性能化に伴って遠隔ロボット支援手術や遠隔医療画像診断が進歩すれば、場所を選ばず適切な診断・治療が可能となる。この分野の進展には情報工学が中心的役割を果たす。特に、整形外科分野は実際の手術前、中、後に多くの定量的なデータ解析と高度なナビゲーション技術が必要としているため、クラウドコンピューティングとの親和性は極めて高い。ここでは、われわれが行ってきた医療データ処理に関する研究を紹介する。これらのすべてはクラウドコンピューティング技術で実現でき、これによって術者はデータを転送するだけで必要とする情報を瞬時に取得できる。

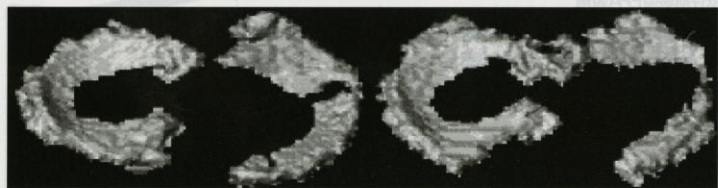


図1 半月板のMR画像

### ■3次元MR画像からの半月板抽出

MR画像は、Genesis Signa 1.5 Tesla MRI scanner (General Electric Co. surface coil) を使用し、T1強調画像(3D SPGR, TR=100 msec, TE=15 msec)とT2強調画像(FL02/T2COR, TR=100 msec, TE=20 msec)をともにFOV=160 mm, 256×256×60 ボクセル(厚み1.5 mm)で取得した。まずこの2つの画像をマニュアル操作により位置あわせを行う。次に1つのボクセルに対してT1とT2の2つの濃度値を用いてファジィ処理を行い半月板を抽出した<sup>3)</sup>。抽出の結果得られた3次元画像を図1に示す。このように手術前後で半月板損傷が治療できていることがわかる。実際に3次元CT画像でも同様の処理が可能であり、立体画像に時間軸を加えたダイナミックな画像解析も可能である。今後ますますMRやMDCT装置の整形外科領域での有効利用が期待される。

### ■超音波応用

#### 1. 骨下の髓内釘の同定

骨下の物質のデジタルイメージを得る技術は、

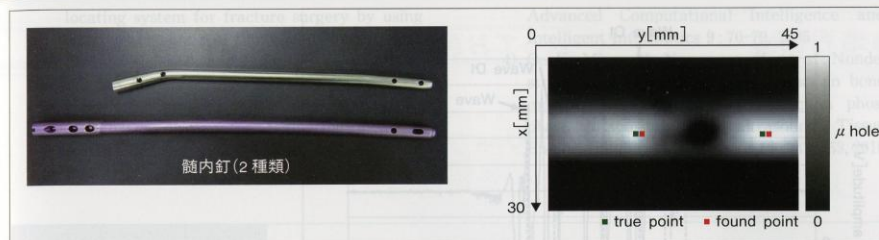


図2 髓内釘のスクリーホール位置の同定

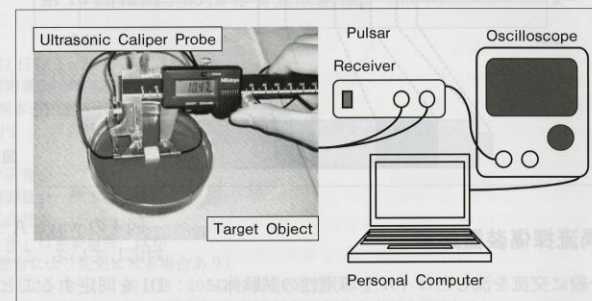


図3 人工培養骨内の細胞量評価

整形外科の様々な領域に応用することができる。以下にその実例を示す。骨折手術において、骨折した骨の補強として骨中に挿入される髓内釘を術中に画像化することによって、骨の上から骨中の髓内釘の横止め穴に、髓内釘と骨と固定するねじを打ち込む作業の支援を図るものである。ここでは骨折手術における髓内釘横止め穴の位置決定法を超音波装置と渦流探傷装置を用いて行った。まず、ファジィ理論を用いて超音波アレブプローブ(中心周波数1 MHz)を骨の上から照射して得られた画像下で、髓内釘の横止め穴位置を正確に決定した。図2にこの実験に使用された髓内釘の写真と超音波画像の結果を示す。この位置同定の精度は1.43 mm以下であるため、十分に臨床で使用できる<sup>1)</sup>。

#### 2. 骨内の細胞量同定

骨折や骨腫瘍により生じた大規模な骨欠損を治療する骨補填材として、人工培養骨にBMSCs (bone marrow stromal cells) を注入させた混合物を使用することが考えられている。BMSCsは

患者本人の骨髄から採取される万能細胞で、骨芽細胞にも分化する能力を有している。これら骨補填に有効とされる2種を組み合わせることで、自然治癒不可能な骨欠損を短期に治療することができると考えられている。しかし、人工培養骨に内在するBMSCsの量を測定するには、人工培養骨を破壊し電子顕微鏡により細胞量を数えるほかに方法がなかった。そのため臨床現場においては人工培養骨にBMSCsが入っているかを判断することができず、研究においては治療に最適な細胞量を知ることができなかった。

ここでは超音波装置を用いた人工培養骨内細胞量推定システムを提案する。まず、ノギスの先端にプローブ(中心周波数2 MHz)を取りつけた装置を作製する(図3)。これにより得られた超音波波形を解析して特徴値を抽出し、ファジィ推論による細胞量推定モデルを構築して細胞量を推定する。精度評価には細胞量に応じた3つのランクを設け、推定値と真値のランクが一致した場合に推定が成功したと見なす。精度評価を行った結果、感度90%以上で細胞量を推定することができた<sup>4)</sup>。



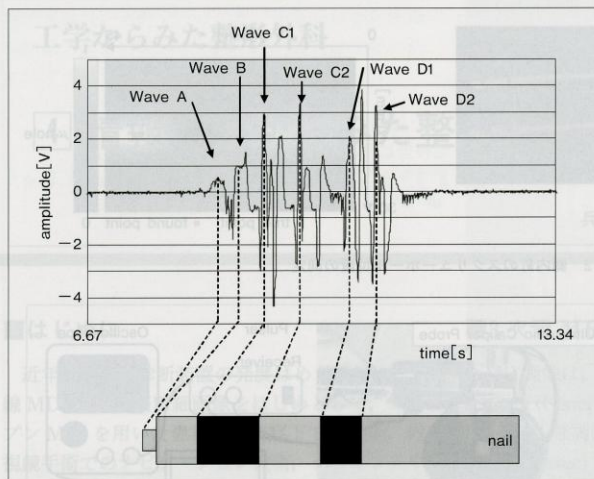


図4 渦流探傷による髓内釘スク  
リューホール位置の同定

### ■渦流探傷装置応用

一般に交流を流したコイルを導電性の試験体に接近させると、電磁誘導現象によってその内部に渦電流が誘導される。渦流探傷(ED)とは、そのとき試験体の形状や傷などの欠陥によって試験体に発生した渦電流の変化を検出して探傷試験を行う方法である。非破壊検査分野で、鋼鉄や非鉄金属の製造時の検査、特に発電所や科学プラントにおける熱交換器、復水器における配管、電熱管などの保守検査でよく用いられている。

前述した髓内釘の dmm 上から渦流探傷探触子を一直線に操作し時間による振幅の変化を表した探傷波形を取得する。渦流探傷装置から取得した波形を図4に示す。探傷する金属の不連続面で渦電流に変化が起ることから、髓内釘の形状を考えると EC プローブが以下6つの状態になったとき、渦電流に変化が表れることが考えられる。

- 状態 A : 髓内釘の先端に差し掛かったとき
- 状態 B : 髓内釘の次の端に差し掛かったとき
- 状態 C1 : 1つめの横止め穴に差し掛かったとき
- 状態 C2 : 1つめの穴から出掛かったとき
- 状態 D1 : 2つめの穴に差し掛かったとき
- 状態 D2 : 2つめの穴から出掛かったとき

図4の wave A~D2 が状態 A~D2 にそれぞれ対応している。ここでは、wave A, wave C1, wave D1 を同定することによって横止め穴位置を決定した<sup>2)</sup>。この方法の精度は 1.30 mm 以内であった。

### ■終わりに

われわれはここで紹介した以外に、2次元 digital radiography (DR) 画像からの人工膝関節の3次元位置姿勢推定、直腸がん切除術での腸厚のリアルタイム測定など様々な医療分野での情報工学応用を試みている。日本での医工学連携は諸外国と比較して遅れていることが指摘されて久しいが、クラウドコンピューティングの進展を転機として、日本の大学においても医師と工学者の強力なコラボレーションがますます盛んになることを期待している。

### 文 献

- 1) Endo M, Nagamune K, Shibamura N, et al: An ultrasonography system aided by fuzzy logic for identifying implant position in bone. IEICE Trans. on Inf. and Sys, **E90-D**(12):1990-1997, 2007
- 2) Endo M, Nakajima H, Hata Y: Invisible object

- locating system for fracture surgery by using eddy current. Int J of Intelligent Computing in Medical Sciences and Image Processing **1**(2): 129-138, 2007
- 3) Hata Y, Kobashi S, Kondo K, et al: Automated 3D surface display for evaluating meniscal tears aided by fuzzy expert system. J of

- Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics **9**: 70-79, 2005
- 4) Oe K, Miwa M, Nagamune K, et al: Nondestructive evaluation of cell numbers in bone marrow stromal cells/beta-tricalcium phosphate composites using ultrasound. Tissue Engineering, Part C: Methods **16**: 347-353, 2010

## INFORMATION

### 転倒予防医学研究会

#### 『第13回転倒予防指導者養成講座』(熊本)

- 日 時: 2011年5月21日(土)~22日(日)
- 場 所: 医療法人社団寿量会 熊本機能病院 市民ホール他  
〒860-8518 熊本市山室6丁目8番1号
- 参 加 費: 会員 28,000円 非会員 30,000円(テキスト代, 交流会費を含む)
- 定 員: 50名
- 主 催: 転倒予防医学研究会
- 共 催: 医療法人社団寿量会 熊本機能病院
- 協 賛: エーザイ株式会社
- 後 援: 「運動器の10年」日本委員会 ほか
- プログラム(講師・内容は都合により変更になる場合あり)
- 5月21日(土) (12:15~18:00 18:20~20:00(交流会))
- 開講式「転倒予防の目指すもの」武藤芳照(転倒予防医学研究会世話人代表)ほか
- 講義1「高齢者の転倒・骨折 今できること・やるべきこと」  
高杉紳一郎(九州大学病院リハビリテーション部)
- 講義2「回復期リハビリ棟におけるチームアプローチによる転倒予防対策への取り組み」  
渡邊 進(熊本機能病院神経内科・リハビリテーション科)
- 講義3「転倒リスクの評価法」  
岡田真平(一般財団法人身体教育医学研究所 研究部長/健康運動指導士)  
北湯口純(雲南市立身体教育医学研究所うなん 主任研究員/健康運動指導士)他
- 講義4「高齢者における薬剤と転倒リスク」  
小原 淳(東京厚生年金病院薬剤部)
- 講義5「認知症のある高齢者への転倒予防に配慮した関わり方」  
鈴木みずえ(浜松医科大学医学部看護学科)
- 交流会(レストラン夏の館)
- 5月22日(日) (9:00~13:00)
- 実技「地域在住高齢者向けの運動プログラムを考える」  
北湯口純(雲南市立身体教育医学研究所うなん)
- 岡田真平(一般財団法人身体教育医学研究所)
- 講義6「地域在住高齢者に対する転倒予防事業の展望と課題」  
河本耕一(熊本健康・体力づくりセンター)
- 自由討議・質疑応答・修了証授与 (司会) 武藤芳照
- 申し込み: お申込みは、FAXまたはE-mailにて、氏名(フリガナ)、会員か非会員の明記、所属先、職種、参加票送付先住所(所属先か自宅を明記)、TEL、FAX番号、を記入の上、下記事務局まで。申込後に参加費の振込用紙を返信、参加票は振込確認後に送付。
- 問合せ先: 転倒予防医学研究会事務局  
〒104-0045 東京都中央区築地1-9-4 ちとせビル3F  
TEL/FAX: 03-3544-6112  
e-mail: tentou@ellesnet.co.jp  
ホームページ: <http://www.tentouyobou.jp/>