

臨床 MRS 画像データベースの構築と応用

今村恵子¹, 稲田陽一², 北川あず真¹, 成松 洋³,
佐藤光也³, 笹下 薫¹, 小橋優子¹, 中島久弥⁴,
田中克之⁵, 力石辰也⁶, 風間暁男⁷, 高木正之⁷,
中島康雄¹

¹聖マリアンナ医科大学放射線医学 ²同物理学 ³同大学病院画像診断センター
⁴同整形外科 ⁵同脳神経外科 ⁶同泌尿器科学 ⁷同診断病理学

はじめに

MR スペクトロスコピー (MRS) は 1.5T 装置の初期から臨床への応用が行われ、その後、技術面では著しく向上し、検査時の操作性も簡便になってきたが、普及率や検査頻度は MRI と比べ格段に低いことは以前と変わらない状況である。理由としては、MRS の検査が可能な高磁場装置については MRI の臨床ニーズも高く、時間的に混みあっていること、また、MRS が形態情報を主とする MRI と異質であることが考えられる。MRS で得られるのは生体内の代謝についての情報であり、しかも、単一の代謝物質の増減ではなく、複数の代謝物質の信号強度変化を総合的に評価することが求められ、判断を複雑にしている。さらに、同一診断名の患者間、あるいは、同一患者の病変領域の違いによっても、スペクトル・パターンの変動幅は小さくないことが状況を難しくする一因となっている。

MRS の件数が MR 画像に比べ圧倒的に少ないことから、短期間で経験を増やすことは容易ではなく、関係者間で共通の認識を確立するためには長期のデータを蓄積し経験を共有することが求められる。

以上のことから、臨床 MRS のデータがフェイリングされ、それを容易に参照できるシステムの有用性、必要性は非常に高いと考える。当然、知識を獲得する上で主たるより所は文献であるが、文献においてはスペクトルと画像が提示されるのは典型的な少数例に限られ、対象例全例のスペクトル・パターンは代謝物質の信号強度として数値化され要約されているのみであるため、スペクトル・パターンの違いをイメージとして認識することが容易ではない。また、著者らは、1990 年代半ばに、dBase II を用いて臨床 MRS のデータベース化を試み、スペクトル・ピークの信号強度を登録した経験があるが (未発表)、やはり、スペクトル・パターンをイメージしにくいという難点があった。したがって、MR スペクトルのデータベースには画像の要素をもたせることが強く望まれる。

また、インターネットで参照できるデータベース (Table) の多くは、入門的な教育を目的としており、提示されているスペクトルは典型的な少数例にとどまっている。

我々は、臨床 MRS データベース設計にあたり、基本的に画像データベースであること、汎用性をもたせるため登録データの選択には基本的にバイアスをかけないこと、継続的に成長可

キーワード MR spectroscopy, database, web, proton, phosphorus

Table. Some MRS Sites Accessible on the Web

	URL	Remarks
1	http://azizu.uab.es/INTERPRET	144 spectra of validated cases
2	http://www.users.on.net/vision/spectroscopy/MRS.htm	A few clinical cases
3	http://www.irc.chmcc.org/Research_Areas/spectroscopy.html	Brain diseases except for tumors (Inaccessible)
4	http://www.ukl.uni-freiburg.de/rad/diagnost/mr/research/spect_applications.html	Three of brain spectra
5	http://www.sf.med.va.gov/mrs/Mr_projs.htm	Limited number of cases
6	http://users.mland.gr/sgotsis/spectroscopy/mrs.html	A few of typical MR spectra

能であることを基本方針とした。本稿では、システム概要とその内容、運用経験などを述べる。

方 法

1. MRS

MRS は 1.5T 装置で行い、現在は Intera および Achieva (いずれも Philips, オランダ) を用い、 ^1H (Intera, Achieva) と ^{31}P (Intera) について実施している。 ^1H MRS は頭部と前立腺を対象として、PRESS 法による single voxel spectroscopy (SVS) で、基本的には TR 2000 ms, TE 144 ms とし短いエコー時間の測定を追加する場合もある。また、傾度は低いが chemical shift imaging (CSI) も実施している。

^{31}P MRS では領域選択は ISIS 法 (TR 2000 ms) により、proton decoupling と NOE を用いている。以前は肝臓、頭部も対象としたが、現在はほとんどが四肢、頭頸部の骨軟部腫瘍が対象である。

スペクトルは PACS 用の DICOM サーバに保存され、通常の画像と同様に放射線科医による読影が行われる。スペクトルは関心領域を示す画像とともに (Fig. 1), ビデオキャプチャ (Intera ではアレイ株式会社, 東京. Achieva

では内蔵) を介して検査終了時に DICOM サーバに送られる (2002 年 5 月以降)。

2. システム^{1),2)}

データベースは学内イントラネットを介した利用をはかるため、web サーバ上に構築した。システムは、Windows 2000, Apache 2.0.50, Active Perl 5.8.4 を用いて構築した。検査ごとに個別フォルダ (同一患者でも、検査ごとに分けた) を作成し、画像 (Fig. 1, 1 検査について通常は 1 から 4 画像), サムネール画像, 基本情報テキストファイル, 解説文書テキストファイル, 参照用 HTML ファイルで構成した。

画像は JPEG 形式 1280 × 1024 画素 (平均 160 kB) で保存され、文字情報, サムネール画像を合わせた 1 データセット当たりの容量は約 180 kB である。現在、457 検査が登録されており、全体で約 350 MB である。また、内容の理解を助け教育効果を上げることを目指し、解説文書に含まれる特定の文字列には解説 HTML にハイパーリンクする機能をもたせている。

検査データの追加は、web サーバ上に個別フォルダを新規に作成した上で、画像を追加し、基本情報ファイル, 解説文書ファイルの追加や更新は、CGI 機能を使用して行った。これらの操作は管理者用として登録されているク

2005 年 11 月 24 日受理 2006 年 1 月 12 日改訂

別刷請求先 〒216-8511 川崎市宮前区菅生 2-16-1 聖マリアンナ医科大学放射線医学教室 今村恵子

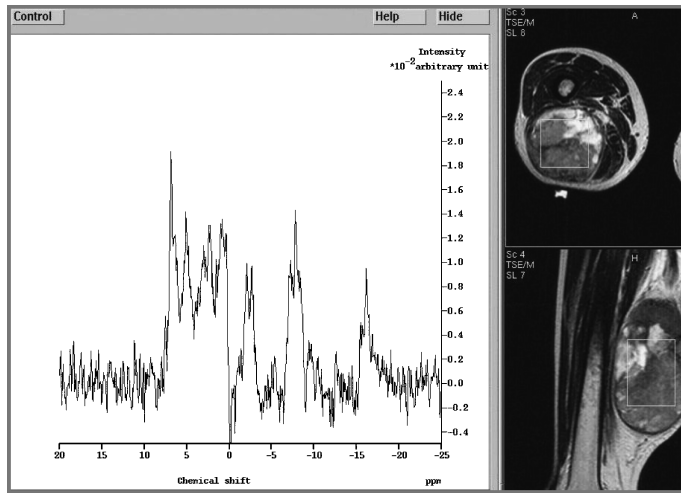


Fig. 1. An example of a dataset. A phosphorus MR spectrum with localization images in a 55-y.o. patient with malignant fibrous histiocytoma in the thigh muscle.

クライアント端末から行える。追加・更新の後、全症例カタログ表示用 HTML の更新で、操作完了となる。

クライアント画面は 5 つのフレームから成る (Fig. 2)。右上に検索条件入力用フレームがあり、その下の領域に検索条件に該当する症例がリストアップされる。左側には、右のリストから選択された症例の画像表示部、文字情報表示部をもつ。検索では、入力されたキーワードにより全症例カタログ表示用 HTML ファイルを検索し、該当する症例ファイル記述部分を抽出することにより、検索時間の短縮をはかっている。

画像の表示には、Java applet 機能を使用し、モニタサイズに依存する高品位縮小表示、部分拡大を可能としている。また、同サーバ上で稼働する他のデータベース (画像診断データベース、病理検査・診断データベース) も参照し、別窓で検査履歴や診断履歴を表示する。患者の個人情報保護を鑑み、参照ユーザについては患者番号、検査日は非表示としている。

3. 登録

ビデオキャプチャ設置後 (2002 年 5 月以降) は基本的に MRS 検査すべてをデータベースに登録している。1 検査に 1 フォルダとし、関心領域や測定条件の数によるが多くは 1~4 のスペクトル・セットから成る。一つのセットの大きさはデータベース上で約 180 kB である。以前の検査については、症例を選択して登録している。データがバックアップ用光ディスクなどから再ロードできる場合は、現行の手法と同様にビデオキャプチャにより、また、フィルムの場合はデジタイザにより、データベースに取り込んでいる。

4. 基本情報、解説文書、教育材料

データの基本情報は基本的にはデータベースへの登録時に作成されるが、項目として用意したのは、患者の登録番号、性別、年齢、検査日、診断名、メモ (60 字の枠で 3 項目)、部位分類 [IRD (Index for Radiological Diagnoses) の anatomy 大分類コード]、疾患分類 (IRD の pathology 大分類コード) であり、最初の 5 項目を必須項目としている。診断名については疑わしい病名もそれと判るように積極的に登録



Fig. 2. Top page of the database. Window A is for input words for data retrieving, and a case selected from retrieved examinations (shown in the right lower window) is shown on the left with details; an image data in the upper window and text data, including report and explanation, in the lower B windows.

し、確定した場合に修正入力される。

解説文書（實際上、字数は特に制限なし）は画像データの登録後に入力され、核種名（ ^{31}P の検査のみ記載）、部位名（頭部以外のとき）、スペクトルの特徴、臨床経過、依頼医の検査依頼目的やコメント、症例のポイントなどが、記載される。検討会でとりあげられた症例や、診断が困難であった症例については、詳細に記載される。

更に、教育のためにチュートリアル材料を用意し、それらはデータベース閲覧時に参照できる。材料はキーワードごとに PowerPoint で作成され、内容は簡略な説明文、スペクトルの典型例、文献などから成る (Fig. 3)。

結 果

1. 登録内容

現在 457 データ（検査）がファイルされている。部位別には、頭部 ^1H MRS が最も多く（83%）、骨軟部腫瘍の ^{31}P MRS が 13%、前立腺 ^1H MRS が 4% である。また、登録例の 82% について病理組織学的あるいは臨床的に診断名が明らかになっている。

2. 検索例

検索はデータの基本情報と解説文書が対象となり、基本情報の全項目（患者登録番号、検査日、診断名など）、一方、解説文書では、核種、部位、治療法、スペクトルの特徴からの検索利用が多い。参照ユーザに対しては患者登録番号、検査日は非表示としているが、ユーザが患者登録番号を知っている場合は本来の患者登

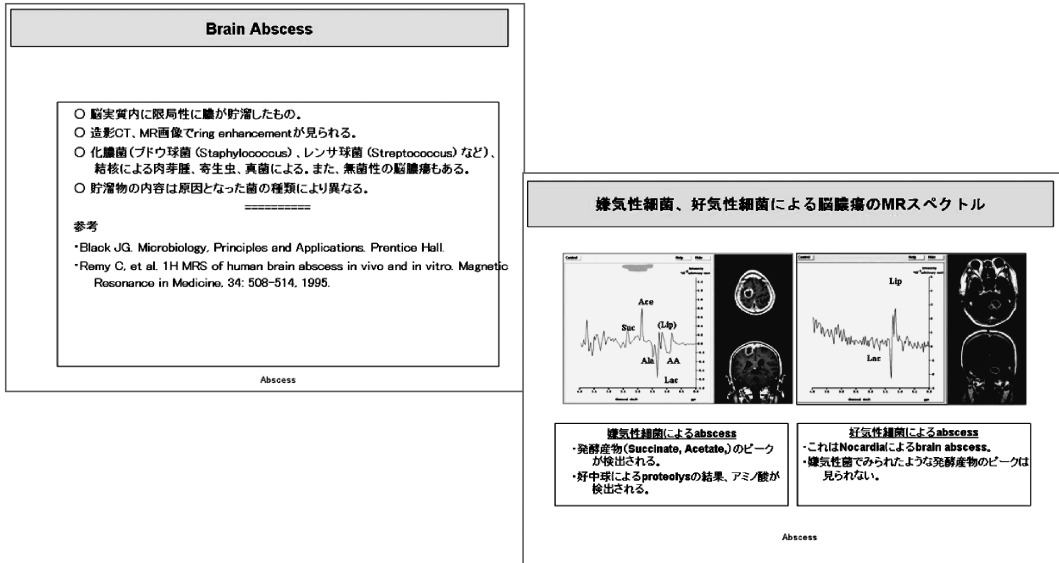


Fig. 3. An example of tutorial tips. Tutorial tips are prepared as PowerPoint files, and are accessible from the database. The example is for brain abscess with short explanation and typical proton brain spectra are compared for abscess caused by anaerobic bacteria and aerobic bacteria.

録番号で検索することができる。“Abscess”で検索した例を Fig. 4 に示す。該当したデータの一覧が画面の右下フレームに表示され、スペクトルを診断名、解説文書とともに簡単に閲覧することができる。その右下の検査例のうちクリックで選択されたデータは左側フレームに展開され、複数のデータセット(異なる関心領域からのスペクトルや、異なる条件で収集したスペクトルなど)がある場合にはそこから参照できる。画像の左下は診断報告書、解説文書、基本情報が表示され、また、データベース管理者はここから、解説文書の作成、修正、基本情報への書き込みを行うことができる。患者登録番号で検索すれば、治療経過に伴うスペクトルの変化を時系列で容易に観察できる。

解説文書のなかにチュートリアル材料のファイル名に合致する語句がある場合には、ハイパーリンク先が書かれていることが明示され、閲覧中に参照できる。Fig. 4 の例では、“abscess”についてチュートリアル材料があるこ

とが示されている。クリックにより PowerPoint で作成された HTML ファイルが展開し、abscess の簡単な解説と、嫌気性菌、好気性菌によるスペクトルが比較表示されている (Fig. 3)。

基本的に解説文書全体が検索の対象であるから、スペクトル・パターン of の記述、例えば “Cho dominant”, “lip only” など で検索することができ、スペクトルが共通の特徴をもつデータを抽出・一覧できる。

考 察

本システムの設計と運用を述べたが、特徴として次の点が挙げられる;

- (1) データは非選択的に登録されていること
- (2) 成長性が優れていること
- (3) 視覚的観察に優れていること
- (4) 各種検索が可能であること
- (5) 臨床利用と教育利用を兼ねていること。

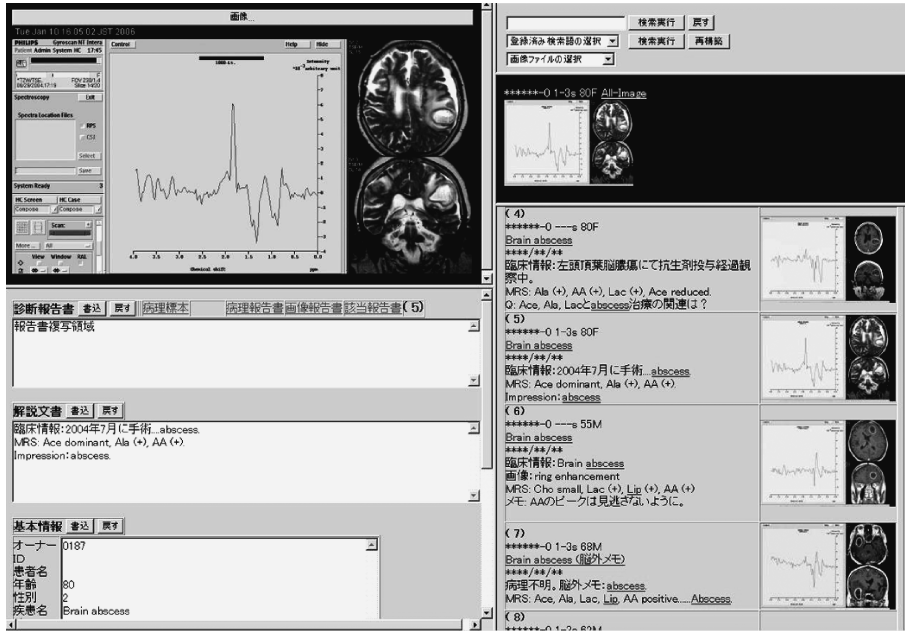


Fig. 4. An example of retrieval, by “abscess” in this case. The right column shows all of the retrieved data, and there, the word “abscess” is blue colored and underlined indicating that it has an accessible tutorial tip. The left shows details of the selected case, here No. 5.

すなわち、データの登録にあたっては特定のテーマや部位に限定せず、基本的に非選択的に行っており、しかも、検査後、比較的短期間のうちに登録されるため、本データベースは臨床MRSの記録台帳として活用できる。例えば、同一症例の経過観察、prospectiveな診断に際しての過去症例の参照など、臨床利用に有用である。また、同一診断名を有する症例間でのスペクトルのばらつきや、同一症例内での領域によるスペクトルの相違を視覚的に比較観察することができるので、MRSの経験を再確認し、また、経験を補充することに役立つ。また、PowerPointで作成されたチュートリアル材料とあわせ、臨床MRスペクトルを学習することができる。

データベースに登録する項目内容であるが、いままで運用した限りでは本データベースの「基本情報」に登録されている項目は一次検索

のための内容として使い勝手がよく、ほとんど十分であるという印象をもっている。キーワード的に細分化して、データベース内の項目数を充実する方向もあり得るが、非選択的に検査例を登録していく場合にはデータを登録する側にとって負担が大きくなるおそれがある。むしろ、診断名などにより一次検索し、検査例の抽出により対象例を限定する使い方を勧めている。また、症例の履歴やスペクトルの詳細な内容については、本データベースの「解説文書」に採用したように、テキストによる記述式の方が参照者にとって、また、作成した後、データベース管理者にとっても理解しやすいと感じをもっている。なお、「基本情報」には、メモ(1から3)の枠が予備項目欄として設けられており、例えば、特定の研究課題ごとに内容を定めて運用するなどして、項目の不足に対応できる。

一方、MR スペクトルの解釈において、本データベースでは画像データベースであることを生かし、パターンに基づく定性的な特徴把握を第一とし、そのため、スペクトルの特徴をできるだけテキスト形式で表現する努力をしている。例えば、“lipid only”、“Cho dominant”や、対側のスペクトルの信号強度との比較などを「解説文書」に記載し、成功している面もあるが、やはり、個々のピークの定量的な信号強度もあわせて必要であると考えている。

現行では、スペクトルの表示において、特に脳の場合、対側（あるいは、画像上正常にみえる部分）のスペクトルと病変部のスペクトルを縦軸のスケールをそろえて表示し、また、追跡 MRS では、治療前（あるいは、初回 MRS）スペクトルと同じ縦軸スケールで表示し、視覚的に信号強度の増減を評価できるよう便をはかっている。同時に、当施設では MRS 検査は MRI とは別に磁気ディスクにバックアップをとり、ディスクのリサイクル対象外としているので、基本的には、必要に応じて過去のオリジナルの検査データにアクセスできる体制である。だが、一般的には信号強度の計測結果を、スペクトルの質（半値幅など）、カーブフィッティングの精度（残差、ピーク数など）とともに、整えていくのが望ましいと考えている。

MRS データベースについては、脳腫瘍診断のための MR スペクトルのパターン分類の研究のために、multicenter study として構築した報告がある^{3)~5)}。スペクトル・データは 3 機関から提供されており、病理組織学的に証明された 144 例の脳腫瘍 [meningiomas, low-grade astrocytomas, “aggressive tumors” (glioblastoma and metastases)] の MR スペクトルから構成される。アクセスには許可を必要とするがそのデータベースはインターネットで閲覧できる (<http://azizu.uab.es/INTERPRET>)。

その他、Table に示したサイトでは MR スペクトルを閲覧できるが、いずれも臨床例は限られており、少数の代表例が掲載された入門

的な内容である。また、成書では Danielsen & Ross により⁶⁾脳腫瘍以外に多様な症例について脳¹H MR スペクトルが示されている。また、³¹P MRS に関しては文献 7 に約 50 例の臨床スペクトルが収載されており、参考になると思われる。

本データベースは成長性に対して柔軟に対応できるので、今後、チュートリアル材料 (Power Point で作成) の充実をすすめる計画であり、同時に、スペクトルの特徴から症例を的確に検索できるよう整備が望まれる。また、インターネット公開に向けて検討を進めており、諸条件を整える計画である。

本研究の一部 (プロトタイプ) は第 32 回日本磁気共鳴医学会大会 (2004 年 9 月, 大津) にて発表し、新システムについては第 4 回医学物理日韓合同大会 (2005 年 9 月, 京都) にて報告した。

文 献

- 1) 今村恵子, 稲田陽一, 小山真道, 他: 臨床 MR スペクトル・データの蓄積と検索・参照システムについて. 日磁医誌 2004; 24 (Suppl): 220
- 2) Imamura K, Inada Y, Ehara N, Narimatsu H, Sato M, Nakajima H, Tanaka K, Chikaraishi T, Nakajima Y: Database of clinical MR spectroscopic studies. Jpn J Med Phys 2005; 25 (Supplement: The 4th Japan-Korea Joint Meeting on Medical Physics, Proceeding Part 1): 263-266
- 3) Tate AR, Griffiths JR, Martinez-Perez I, et al.: Towards a method for automated classification of ¹H MRS spectra from brain tumours. NMR Biomed 1998; 11: 177-191
- 4) Underwood J, Tate AR, Luckin R, Majos C, Capdevila A, Howe F, Griffiths JR, Arus C: A prototype decision support system for MR spectroscopy-assisted diagnosis of brain tumours. Medinfo 2001; 10: 561-565
- 5) Tate AR, Majos C, Moreno A, Howe F, Griffiths JR, Arus C: Automated classification of short

- echo time *in vivo* ¹H brain tumor spectra : a multicenter study. *Magn Reson Med* 2003 ; 49 : 29-36
- 6) Danielsen ER, Ross B. *Magnetic Resonance Spectroscopy Diagnosis of Neurological Diseases*. New York, USA : Marcel Dekker Inc, 1999
- 7) 石川 徹監修, 今村恵子, 佐伯光明編著. 生体磁気共鳴スペクトル・ライブラリ(文部省科学研究費補助金点研究成果公開促進費による). 東京 : アイピーシー, 1996

Clinical Application of MRS Database

Keiko IMAMURA¹, Yoichi INADA², Azuma KITAGAWA¹,
Hiroshi NARIMATSU³, Mituya SATO³, Kaoru SASAKA¹,
Yuko KOBASHI¹, Hisaya NAKAJIMA⁴, Katuyuki TANAKA⁵,
Tatuya CHIKARAISHI⁶, Akio KAZAMA⁷, Masayuki TAKAGI⁷,
Yasuo NAKAJIMA¹

Departments of ¹Radiology and ²Physics, ³University Hospital Medical Imaging Center, and Departments of ⁴Orthopedic Surgery, ⁵Neurosurgery, ⁶Urology, and ⁷Diagnostic Pathology, St. Marianna University School of Medicine 2-16-1 Sugao, Miyamae-ku, Kawasaki 216-8511

Our objective is to develop a database of clinical MRS that enhances the experience and knowledge of radiologists and clinicians and helps their diagnostic interpretation. As MRS becomes gradually recognized as an effective clinical tool, archived MRS data will supplement the limited number of clinical cases. An MRS database was developed by electronic archiving and is accessible on the campus-LAN using a browser. Data, sourced from the authors' institute, consists of proton MRS of the brain and the prostate and phosphorus MRS of the bone and soft tissue tumors. A dataset includes MR spectra, MR images with VOI localization, pathology and radiology reports, and clinical history of patients, with links to tutorial tips. MR spectra with localization images are saved in DICOM format through a video-capture unit. MR spectra are registered non-selectively to provide an unbiased primary database. Cases can be retrieved by diagnostic names or any word. For a selected patient, MRS history can be reviewed to evaluate spectral variation during the course of therapy. Now, the database has 457 sets of MRS studies ; anatomically, 77% are brain proton MRS, 13% are phosphorus MRS of bone and soft tissue tumors, and 6% are prostate proton MRS. Pathological or clinical diagnoses are obtained for 82% of registered cases.

Our MRS database allows continuous development and serves for prospective use by enabling search of previous cases in a clinical environment or for retrospective work in academic research.