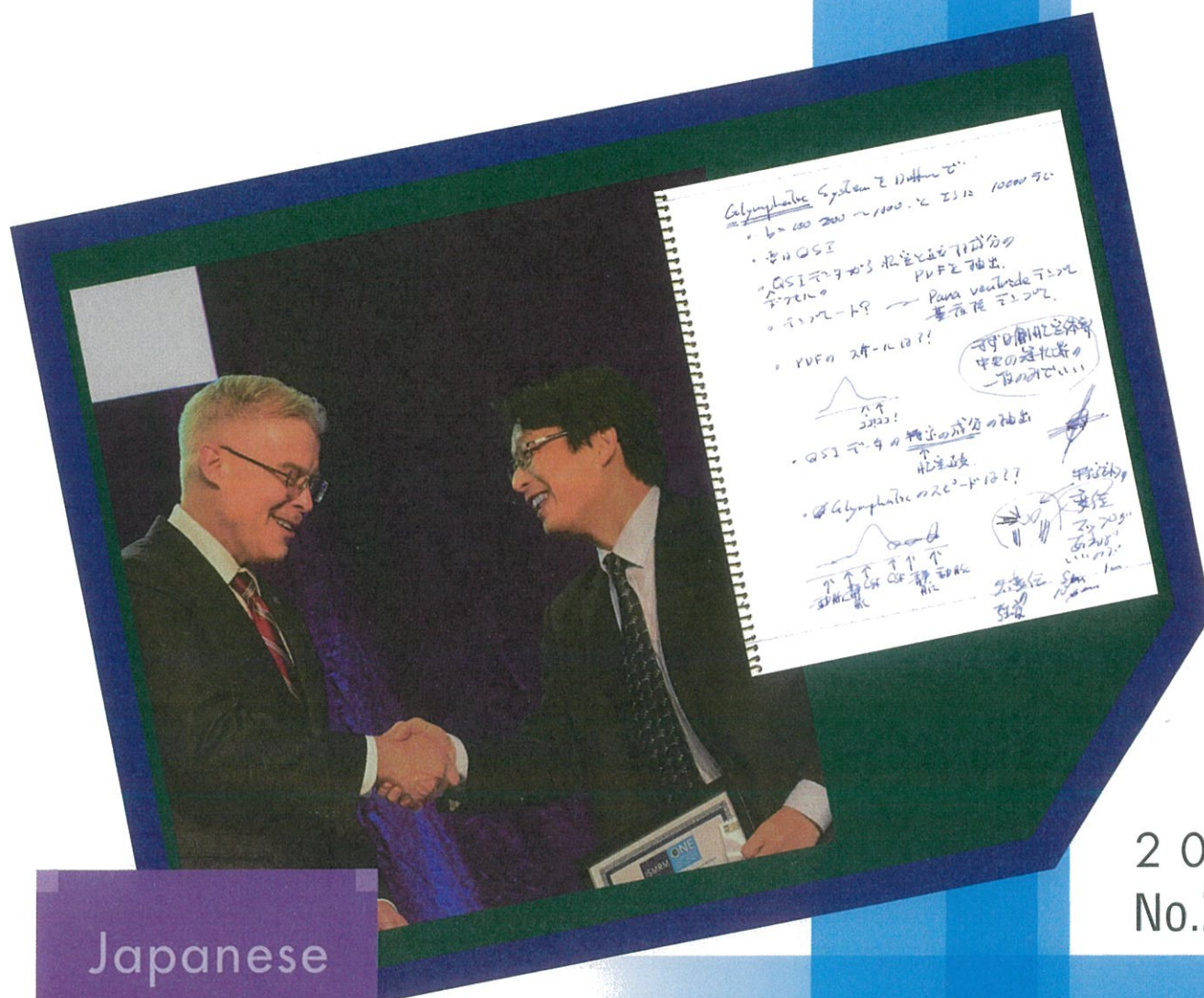


JCR ニュース

日本放射線科専門医会・医会誌

特集

今どき放射線科医の教育事情



Japanese
College of
Radiology

2024
No.255

CONTENTS

JCRから年頭の御挨拶	3
日本放射線科専門医会・医会 創立50周年記念インタビュー企画 「日本医療の今後について」 第1弾 寺本民生先生	4
特集 今どき放射線科医の教育事情	8
岡田卓也, 犬養純子, 小川 遼, 茶谷祥平, 植 敦士, 原 卓也	
JCR-ACR executive meeting 2023「ACRは創立100周年!」	13
山田 恵	
投稿 画像診断レポートの作成: 医療DXを見据えて記載項目定義と 構造化を早急に定めるべき	16
本田憲業	
Active Radiologists	20
田岡俊昭	
趣味のページ	23
高橋千尋	
AIRP参加報告	24
有田祐起	
ワンポイントアドバイス IVR編	25
掛端伸也, 掛田伸吾	
診断医にも読んでほしい! ワンポイントアドバイス 治療編	28
村木宏一郎	
ワンポイントアドバイス 核医学編	31
中條正豊	
画像診断症例クイズQuestion 37	33
平賀利匡	
画像診断症例クイズQuestion 35 解答・解説	35
三宅基隆	
求人案内, 他	

JCRミッドサマーセミナー2024

会 期: 2024年7月13日(土), 14日(日)
会 場: アクティシティ浜松コンgresセンター(予定)
世話人: 五島 聡(浜松医科大学) 宇都宮大輔(横浜市立大学)
若月 優(量子科学技術研究開発機構 QST病院)

第38回JCRミッドウインターセミナー

会 期: 2025年1月25日(土), 26日(日)
会 場: 熊本城ホール
世話人: 東 美菜子(宮崎大学) 横田 元(千葉大学)
岡田 卓也(神戸大学)

▶表紙の写真
P.20「Active Radiologists」
より

ISMRM senior fellowへの選出にあたりまして



名古屋大学 大学院医学系研究科
革新的生体可視化技術開発産学協同研究講座 田岡俊昭



2023年のInternational Society for Magnetic Resonance in Medicine (ISMRM)におきまして、senior fellowに選出いただきました。選出にあたってはご推薦いただいた先生方やサポートしていただいた先生方には大変お世話になり、誠にありがとうございました。選考についての詳しい基準は知らされていませんが、磁気共鳴医学そしてISMRMへの貢献が評価されたとのことであり、大変うれしく思います。

今回のfellow選出に関してJCRニュースに寄稿しなさい、ということで少し困りました。私は主任教授でもなく、若い先生に役立つような立派な教訓も特に持ち合わせておらず、正直、読んでいただけるような内容を書くことはできないと考えたからです。仕方がないので、私の研究の経過を書かせていただいて、ページを埋めることができればと思います。

私は1989年に故打田日出夫先生の奈良医大放射線科に入局しました。奈良医大のMR室には当時は高磁場とされた1.5Tの装置(Picker社製Vista)が稼動していて、私の最初の研究はこの装置を用いて行いました。組織の相関

時間の測定というのが研究題目であり、米国ピッカー社の研究者であった徳広真先生や、岩崎聖先生のご指導を受けて測定を行いました。相関時間はBPP (Bloembergen Purcell Pound) theory¹⁾で用いられている組織の緩和に関連した係数であり、分子の運動の程度を示します。これを算出することで組織の柔らかさなどが評価できると考えられました。奈良医大の1.5T装置と関連病院の0.5T装置を用いて、異なる磁場での緩和時間を測定して、2つの連立方程式から相関時間を求めました。ファントム実験ではうまくいったのですが、生体組織では思うような結果が出ず、論文化することができませんでした。その後何度か、たとえばMR fingerprintingの手法を用いたりして再挑戦しているのですが、やはり生体組織での不均一性が評価の障害となり、その後30年にわたり挫折したままであります。

1992年に初めて北米放射線学会に参加させてもらったときに、Fluid Attenuated Inversion Recovery (FLAIR)という新技術の演題を聴きました。すごく興奮して帰国した次の週には関連病院である平井病院にあったシーメンス製Magnetom Impactという1.0T装置で、当時まだ始めだった高速スピンエコー法のSTIRのシーケンスをいじって我流の高速スピンエコーFLAIRをこしらえて、1993年のつくばでのMR学会で脳梗塞病変の描出に関して発表しました²⁾。また、小川誠二先生のblood oxygen level dependent (BOLD)法fMRIの論文³⁾を読んで、同じくImpactでトライしました。なにぶん1.0T装置であり、なかなかうまくいきませんでしたが、シーメンスの村田勝俊さんのアドバイスで頭部用送受信コイルから、同じく送受信コイルで径の小さな膝用コイルを使うことで1.0T装置でもBOLD法のfMRIを行うことができました。この実験系を用いて、BOLD法での刺激開始から信号上昇までの潜時と年齢の関連に関する研究を行いました⁴⁾。このBOLD法の開発は小川誠二先生の50代でのお仕事であり、その事実は私がこの年齢まで研究活動が続けるにあたって励みになっています。

1994年に県立奈良病院に移ってから、日常臨床の読影、血管造影、消化管撮影、エコーなどの業務の傍ら、奈良医大の同級生で脳外科医の藤岡政行先生と、院内の動物実



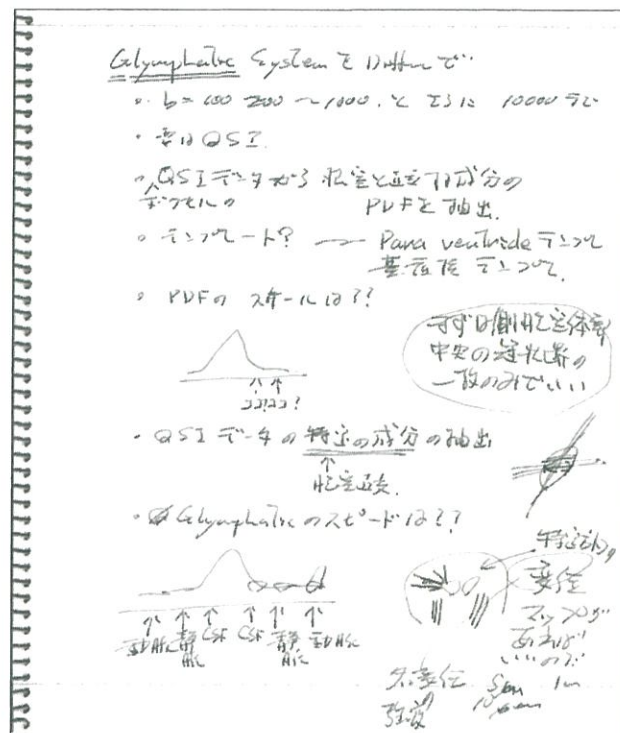
ISMRM senior fellow 授賞式

験設備を使ってラットの一過性脳虚血の実験を行いました。GE製Signa Advantageで3インチの表面コイルとラットを固定する道具を自作したりして、夜な夜な撮像しました。藤岡先生は一連の実験で一過性虚血後の数週後に基底核部にManganese superoxide dismutaseという蛋白が誘導されることを突き止めました⁵⁾。一方、私はFLAIRの信号強度と組織の含水率の関連を評価しました⁶⁾。藤岡先生とはその後も脳虚血に関連した研究を一緒に行いました^{7,8)}。

県立奈良病院から奈良医大に戻り、1999年から2000年にかけて、アイオワ大学に留学させていただきました。指導いただいたWilliam Yuh教授には神経放射線領域の読影、臨床研究の進め方、論文の書き方、発表の手法をはじめとして様々なことを親身になって教えていただき、生涯の恩師と感謝しています。アイオワでの滞在中にはFLAIRでの脳溝内高信号(sulcal hyperintensity)の論文を仕上げました⁹⁾。Yuh先生が好んで使う言葉に「low IQ」と「KISS principle」というのがありました。KISSとは「keep it simple and stupid」の略です。臨床を重視されるYuh先生は、脳梗塞症例でのCBF等でも対側比や小脳比など容易に算出できる半定量データを好まれた一方、厳密な定量データの算出といった複雑なアプローチは「high IQ」といって遠ざけられました。この志向はどうやら私も受け継いでいるように思います。

帰国後にはArterial spin labelingの手法を用いて前大脳動脈と中大脳動脈の灌流域を分離描出する手法¹⁰⁾や、内頸動脈サイホン部の石灰化のカルシウムスコアによる評価¹¹⁾、甲状腺眼症での外眼筋のダイナミックMRI¹²⁾、鞍背による下垂体柄圧迫の検討¹³⁾等の散発的な仕事をしていましたが、2003年頃からは拡散テンソル画像に関しての研究を開始しました。そのころ奈良医大にはシーメンス製Magnetom Sonataが稼動していました。この装置は1.5Tながら当時としてはモンスター級の勾配磁場性能でした。Sonataで撮像した拡散テンソル画像から、画像当時東京大学の増谷佳孝先生が作成された拡散テンソル画像の処理ソフトdiffusion tensor visualizer (dTV)¹⁴⁾を用いて、ワクワクしながらトラクトグラフィーを行いました。dTVを用いて、側頭葉てんかんの手術に関連した視放線の評価^{15,16)}や脊髄小脳変性症での小脳脚の評価¹⁷⁾を行ったほか、アルツハイマー病症例の側頭幹部分での選択的な拡散能および拡散異方性の研究を行いました¹⁸⁾。この研究はおそらく線維束特異的な拡散測定としては初めてのものであり、昨今のfixel-based analysisの草分け的な手法であったと考えています。また、この研究では日本神経放射線学会の加藤賞を頂くことができました。

奈良医大当時は、帰りの近鉄電車で脳外科の星田徹先生や平林秀裕先生とよくご一緒させて頂き、雑談のなかから様々なアイデアをいただきました。定位脳手術のためのMRIによる視床下核の同定法¹⁹⁾や、髄膜腫と脳の癒着の有無の評価方法^{20,21)}などのアイデアも電車での雑談の



ALPS法考案時のノート

中から生まれました。聴神経鞘腫によって偏位した顔面神経の走行を拡散テンソルトラクトグラフィーで描出する手法²²⁾のアイデアも電車の中で生まれました。この手法は私たちの報告が世界で初めてであり、その後約40件の追試研究がなされています²³⁾。一方、自動車の中で色々教えてくださったのが福住明夫先生です。大阪での関西NR勉強会のあと、奈良までよく車で送っていただきました。福住先生は脳静脈系の画像解剖で有名な奥寺利夫先生の門下であり、髄質静脈の解剖に関して阪神高速を走りながら色々教えていただきました。教えていただいた微細解剖に拡散テンソル画像での検討や臨床的意義を加えた総説はRadiographicsで出版されています²⁴⁾。

2015年に奈良医大から名古屋大学に移り、現在に至るまで長縄慎二教授のもとで研究活動を継続しています。名大に移ってまもなく、長縄先生からGlymphaticシステムという考え方があるということを教えていただき、私の手持ちのツールでなんとかこれを評価できないかということから考え出したのが、diffusion tensor image analysis along the perivascular space (DTI-ALPS) 法です²⁵⁾。この手法はそれまで拡散テンソル画像でさんざん作成してきた白質線維の走行と、上記の髄質血管の微細解剖がベースになっており、髄質血管方向の水のブラウン運動を評価するにあたって、白質線維による強大な影響を取り除くことを主な方針としたものです。私は書きながらでないと考え事ができないのですが、この手法は2016年4月16日に日医放総会からの帰りの新幹線でノートに書き付けながら考えました。ノート(図)を見ると当初は「high IQ」な方法であるQ-space imagingを用いた評価を考えていた

ようですが、その後5月16日に広島市立大学にお邪魔して増谷先生と相談させていただき、まずはシンプルで「low IQ」なテンソル評価から始めてみようということになりました。増谷先生にxyz三方向の拡散能が算出できるようにdTVを改造してもらって、7月21日に最初の10例のアルツハイマー病症例のテンソルデータを解析したところ、x方向、つまり髄質血管方向の拡散能に統計評価も必要ないくらいに明瞭な差が出たことに腰を抜かしました。その後、このALPS法は脳間質液動態を無侵襲で比較的簡単に評価できうる方法として、議論や批判はあるものの、100を超える追試をいただいています。

以上、私の研究経歴をだらだらと書かせていただきました。さて、今の放射線診断の領域はあまりにも臨床偏重となっている印象を持ちます。症例検討セッションが大人気なのに対し、オリジナルの研究発表が以前よりも少なくなっているように思います。臨床研究も科学研究も地味で「得にならない」様に思われるかも知れませんが、特に若いうちに科学的な手法を学ぶことは、その後の臨床にも必ず役立つと思います。若い先生方には研究や論文執筆にもチャレンジしてくださることを期待します。

文献

- 1) Bloembergen, N., E.M. Purcell, and R.V. Pound, Relaxation Effects in Nuclear Magnetic Resonance Absorption. *Physical Review*, 1948. 73(7): p.679-712.
- 2) Taoka, T., et al., Fast fluid-attenuated inversion recovery (FAST-FLAIR) of ischemic lesions in the brain: comparison with T2-weighted turbo SE. *Radiat Med*, 1996. 14(3): p.127-31.
- 3) Ogawa, S., et al., Intrinsic signal changes accompanying sensory stimulation: functional brain mapping with magnetic resonance imaging. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 1992. 89(13): p.5951-5.
- 4) Taoka, T., et al., Age correlation of the time lag in signal change on EPI-fMRI. *J Comput Assist Tomogr*, 1998. 22(4): p.514-7.
- 5) Fujioka, M., et al., Magnetic resonance imaging shows delayed ischemic striatal neurodegeneration. *Ann Neurol*, 2003. 54(6): p.732-47.
- 6) Taoka, T., et al., Signal characteristics of FLAIR related to water content: comparison with conventional spin echo imaging in infarcted rat brain. *Magn Reson Imaging*, 2004. 22(2): p.221-7.
- 7) Taoka, T., et al., Time course of axial and radial diffusion kurtosis of white matter infarctions: period of pseudonormalization. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2014. 35(8): p.1509-14.
- 8) Taoka, T., et al., Time Course of Diffusion Kurtosis in Cerebral Infarctions of Transient Middle Cerebral Artery Occlusion Rat Model. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2016. 25(3): p.610-7.
- 9) Taoka, T., et al., Sulcal hyperintensity on fluid-attenuated inversion recovery mr images in patients without apparent cerebrospinal fluid abnormality. *AJR Am J Roentgenol*, 2001. 176(2): p.519-24.
- 10) Taoka, T., et al., Distinguishing between anterior cerebral artery and middle cerebral artery perfusion by color-coded perfusion direction mapping with arterial spin labeling. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2004. 25(2): p.248-51.
- 11) Taoka, T., et al., Evaluation of arteriosclerotic changes in the intracranial carotid artery using the calcium score obtained on plain cranial computed tomography scan: Correlation with angiographic changes and clinical outcome. *J Comput Assist Tomogr*, 2006. 30(4): p.624-8.
- 12) Taoka, T., et al., Evaluation of extraocular muscles using dynamic contrast enhanced MRI in patients with chronic thyroid orbitopathy. *J Comput Assist Tomogr*, 2005. 29(1): p.115-20.
- 13) Taoka, T., et al., Pituitary stalk compression by the dorsum sellae: possible cause for late childhood onset growth disorders. *Magn Reson Imaging*, 2006. 24(5): p.651-6.
- 14) Masutani, Y., et al., MR diffusion tensor imaging: recent advance and new techniques for diffusion tensor visualization. *Eur J Radiol*, 2003. 46(1): p.53-66.
- 15) Taoka, T., et al., Diffusion tensor imaging in cases with visual field defect after anterior temporal lobectomy. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2005. 26(4): p.797-803.
- 16) Taoka, T., et al., Diffusion tensor tractography of the Meyer loop in cases of temporal lobe resection for temporal lobe epilepsy: correlation between postsurgical visual field defect and anterior limit of Meyer loop on tractography. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2008. 29(7): p.1329-34.
- 17) Taoka, T., et al., Diffusivity and diffusion anisotropy of cerebellar peduncles in cases of spinocerebellar degenerative disease. *Neuroimage*, 2007. 37(2): p.387-93.
- 18) Taoka, T., et al., Diffusion anisotropy and diffusivity of white matter tracts within the temporal stem in Alzheimer disease: evaluation of the "tract of interest" by diffusion tensor tractography. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2006. 27(5): p.1040-5.
- 19) Taoka, T., et al., "Sukeroku sign" and "dent internal-capsule sign"--identification guide for targeting the subthalamic nucleus for placement of deep brain stimulation electrodes. *Neuroradiology*, 2009. 51(1): p.11-6.
- 20) Taoka, T., et al., Brain surface motion imaging to predict adhesions between meningiomas and the brain surface. *Neuroradiology*, 2010. 52(11): p.1003-10.
- 21) Taoka, T., et al., Accuracy for predicting adhesion between meningioma and the brain by using brain surface motion imaging: comparison between single and double acquisition methods. *Neuroradiology*, 2012. 54(12): p.1313-20.
- 22) Taoka, T., et al., Displacement of the facial nerve course by vestibular schwannoma: preoperative visualization using diffusion tensor tractography. *J Magn Reson Imaging*, 2006. 24(5): p.1005-10.
- 23) Shapey, J., et al., Clinical Applications for Diffusion MRI and Tractography of Cranial Nerves Within the Posterior Fossa: A Systematic Review. *Front Neurosci*, 2019. 13: p.23.
- 24) Taoka, T., et al., Structure of the Medullary Veins of the Cerebral Hemisphere and Related Disorders. *Radiographics*, 2017. 37(1): p.281-297.
- 25) Taoka, T., et al., Evaluation of glymphatic system activity with the diffusion MR technique: diffusion tensor image analysis along the perivascular space (DTI-ALPS) in Alzheimer's disease cases. *Jpn J Radiol*, 2017. 35(4): p.172-178.