

## Session 1 : MRを聴講して

植田 琢也 先生 東北大学病院放射線診断科

「CT・MR Advanced Imaging Seminar 2018」が開催され、CT・MRに関する最新の臨床技術が紹介された。前半の Session 1 : MRの講演に関するトピックについてコメントさせていただく。

MRに関しては、3名の演者により3つのトピックが紹介された。はじめに、キヤノンメディカルシステムズ社MRI事業部の山下裕市氏により、近年、高速イメージングにおいて大きな注目を集める compressed sensing と、現在同社が開発を進めている複数のコイルの感度マップを応用した新たなパラレルイメージング法である“MeAS (Multi sensitivity map to Auto calibrating SPEEDER)” (W.I.P.)、両者を融合した“MeACS (Multi sensitivity map to Auto calibrating SPEEDER with Compressed Sensing)” (W.I.P.) が紹介された。現在、多くの研究ベースの先進的なシーケンスの臨床応用に際して障壁となっている「撮像時間」が解消されることで、生体イメージングの臨床応用のさらなる発展が期待される。

次いで、熊本大学の北島美香先生により、deep learning を用いたデノイズ技術“Deep Learning Reconstruction (DLR)” (W.I.P.) の初期臨床経験の報告があった。現在、正常例ではおおむね良好な結果が得られているが、応用する画像のタイプによってはアーチファクトや病変の診断能などの課題があり、今後、医療側の検討が必要とのコメントは興味深く聞かせていただいた。最後にボルドー大学の Thomas Tourdias 先生より、7T 高磁場 MRI による海馬の微細構造描出の齟齬による認知・記憶障害の研究の紹介があった。キヤノンメディカルシステムズ社とボルドー大学の共同研究による 3T MRI 「GALAN ZGO」 (W.I.P.) の紹介があり、高分解能 MRI による新たな病態評価の可能性が提示された。

今回の方向性の異なる3つの発表は、いずれも今後の新たな MRI の潮流として医療に大きく貢献していくものと考えられる。

## Session 1 : MRを聴講して

明石 敏昭 先生 東北大学病院放射線診断科

超高精細/高精度を謳ったテーマで行われた「CT・MR Advanced Imaging Seminar 2018」は、MRとCTそれぞれの講演が行われた。MRについては、全体の3分の1の時間が割かれていた。キヤノンメディカルシステムズ社の山下裕市氏からは、高速イメージングの最新の動向について、compressed sensing と parallel imaging をうまく利用した方法での試みが紹介された。特に、2D画像で軟部組織のコントラストを損なわず、撮像時間の短縮を可能にしていることから、日常臨床での利用が大いに期待できる。

熊本大学の北島美香先生は、denoise を目的とした Deep Learning Reconstruction (DLR) (W.I.P.) による撮像時間の短縮の試みについて講演された。高速撮像によって得られたノイズの多い画像を、DLRによって denoise を行うことで SNR/CNR の高い画像を作成していた。得られた画像は冠状断像により側頭葉内側の海馬の構造を明瞭に描出していたが、短時間で撮像したような画像にはとうてい見えなかった。この手法はノイズを対象としている点がとても興味深かった。全てを人工知能に委ねてしまうことには違和感はあるが、ノイズを軽減した画像を作成する過程にのみ人工知能が関与しているということが、現段階での極めて現実的な人工知能の利用を指し示しているように思われた。また、これからの画像診断における人工知能の可能性が感じられた。

ボルドー大学の Thomas Tourdias 教授は、高い傾斜磁場を可能にした 3T MRI 「Galan ZGO」 (W.I.P.) の研究や、臨床におけるさまざまな使用経験を紹介されていた。Galan ZGO の特性を生かして視床や海馬の歯状回を評価することで、脱髄性疾患や変性疾患の病態の一部を明らかにしていた。

## Session 1 : MRを聴講して

藤永 康成 先生 信州大学医学部画像医学教室

今回、キヤノンメディカルシステムズ社の新技術、特にMRIにおける高速化イメージングの最新動向に関する講演を拝聴するため、「CT・MR Advanced Imaging Seminar 2018」に参加させていただいた。

MRIにおける高速化イメージングは、現在、各社が開発を進めているところであり、圧縮センシング（以下、CS）を併用したシークエンスが続々と発表されている。注目すべき点は、CSのみを用いるか、CSとparallel imagingを併用するかであったが、キヤノンメディカルシステムズ社は後者を選択している。併用の仕方については各社の特徴が現れる部分であり、新たに開発を進めている“MeAS (Multi sensitivity map to Auto calibrating SPEEDER)” (W.I.P.) にCSを融合した“MeACS (Multi sensitivity map to Auto calibrating SPEEDER with Compressed Sensing)” (W.I.P.) は、両者の良いところを組み合わせたい。腹部ダイナミックMRIにこのシークエンスを用いるとなると、造影剤による急激な信号変化や体動による影響が気になるところであるが、今後の臨床における検討が待たれる。また、Non-Cartesianのシークエンスについても期待したい。

熊本大学の北島美香先生が講演されたDeep Learning Reconstruction (DLR) (W.I.P.) も、短時間で良好な信号雑音比 (SNR) を保持しつつ高精細の画像を得る手法であり、さまざまなシークエンスへの応用が期待される。一方で、再現性や信号強度の標準化という課題についても、今後検討を要すると感じた。

ポルドー大学のThomas Tourdias先生の提示された海馬の超高精細MR画像はとても素晴らしく、現在、研究段階ではあるものの、今後の臨床応用が期待される場所である。

このように、本セミナーはまさにAdvanced Imaging Seminarにふさわしい内容であり、MRIが今後もさらに進歩していくことを確信させるものであった。

## 「Deep Learning Reconstructionについて」を聴講して

瓜倉 厚志 先生 静岡県立静岡がんセンター画像診断科

熊本大学の北島美香先生の講演では、新しい画像再構成アルゴリズムであるDeep Learning Reconstruction (DLR) (W.I.P.) について、MR画像における有用性が述べられた。

MRIの撮像時間の高速化および高画質化を両立させるためには、さまざまな撮像シークエンスが用いられている。Session 1 : MR内でもcompressed sensingの臨床応用に関する講演が行われたが、北島先生の講演では、DLRによるノイズ低減(デノイズ)を頭部MRIに適用することによる効果と問題点が述べられた。DLRは、ビッグデータ(画像)の蓄積、特徴抽出に基づいてノイズ低減を行う。ここで言うノイズ低減は、長時間撮像で取得した高画質画像に近づけることであり、従来のノイズ低減技術では困難であった高画質化が期待される。供覧されたスライドでは、脳MRIにおける元画像とDLR画像のサブトラクションの結果が示された。サブトラクション画像はノイズのみを示し、脳の輪郭や構造の境界は確認されなかった。この結果は、逐次近似再構成などの非線形処理に基づくノイズ低減技術で問題となる、空間周波数領域におけるノイズ特性の変化を伴わないデノイズの可能性を示した。DLRの周波数特性が元画像と同等であるならば、撮像パラメータの特性を維持しつつデノイズを行うことが可能となり、例えば低コントラスト検出能の改善も期待できる。今のところは、DLRのための教師画像をどのように設定するか(臨床的目標)によってDLRの画質の到達点が変わると予測される。MRIの撮像シークエンスは複雑であるため、どのようなシークエンスとDLRを組み合わせるかは今後の課題であるが、DLRの有効性が明らかになれば、アーチファクトの出現しにくい撮像パラメータを構築することで、デノイズとアーチファクト低減の両立が可能となる。また、今後はX線CTをはじめとした他モダリティにDLR技術が応用されていくことを期待する。

## Session 1 : MRのテーマであるMRI撮像の高速化について

城戸 倫之 先生 愛媛大学大学院医学系研究科放射線医学

2018年2月10日に東京で開催された「CT・MR Advanced Imaging Seminar 2018」を拝聴した。本セミナーの前半のSession 1 : MRはMRI撮像の高速化について、後半のSession 2 : CTは超高精細CT「Aquilion Precision」について最新の知見が発表された。本稿では前半のMRIの高速撮像について報告させていただく。

MRIの高速撮像法としては、近年compressed sensing (CS) の応用が注目されている。CSを用いることで、従来のパラレルイメージングよりも大幅なデータのアンダーサンプリングが可能となるが、ノイズと判別が困難なわずかなコントラストの差などは、ノイズ除去により消失してしまうという弱点がある。キヤノンメディカルシステムズ社は、新しく開発したパラレルイメージング技術である「MeAS (Multi sensitivity map to Auto calibrating SPEEDER)」(W.I.P.)とCS技術を組み合わせたハイブリッドの高速撮像を発表していた。これにより良好なパラレルイメージングで得られた画像にCSによるノイズ除去を追加することで、2D画像においても軟部コントラストを維持したMR画像を提供することが可能となる。

また、熊本大学の北島美香先生が、近年放射線科領域でも注目されている人工知能を画像再構成に応用した、Deep Learning Reconstruction (DLR) (W.I.P.)による高速撮像を発表していたことも印象的であった。これらの新たなアプローチが、臨床におけるMRIの高速撮像をさらに推し進めるものと期待する。

## Session 1 : MRにおけるトピックス

山下栄二郎 先生 鳥取大学医学部附属病院放射線部

今回の「CT・MR Advanced Imaging Seminar 2018」における最新技術の紹介について、Session 1のMR部門では圧縮センシングとdeep learningが大きなトピックスと言えるだろう。圧縮センシングは、データを間引いたランダムサンプリングから画像再構成する技術であり、deep learningは、人工知能のニューラルネットワークを利用した技術である。ともに撮像時間の短縮に貢献する技術であるが、パラレルイメージングに代表される従来法との大きな違いは、トレードオフの関係ではないことである。つまり、従来法では、時間短縮の撮像を行えば必ず、SNRやCNRの低下、あるいは特有のアーチファクトに悩まされていた。一方で、圧縮センシングとdeep learningでは、いずれも優れたデノイズ処理技術より、画質劣化はほとんどないと考えられている。

圧縮センシングについては、すでに臨床応用が始まっており、その有用性は高く評価されている。ただし、適応シーケンスとランダムサンプリングの手法については、論議の余地を残している。今回の報告では、一般的にランダムサンプリングが困難である2D法についても積極的に開発を進め、すべてのシーケンスにおいて圧縮センシング技術を取り入れていく方向性が示されていたように感じた。

deep learningは、言わば新たなデノイズ処理技術と言える。すなわち、あらかじめ本来の画像と劣化した画像との関係性を、人工知能に学習させることによって実現している。つまり、撮像時間短縮などで画質劣化した画像を、診療に遜色ない画像にまで再構成させるのである。また、従来の高周波成分をカットしたノイズ除去フィルターとは、一線を画した画像も紹介されていた。最後に、これらの技術は急速に普及し、新たな撮像法や検査法が生まれ、今後の医療に大きく貢献していくに違いない。しかし、少ないデータあるいは劣化した画像から作成された画像を本当に真の医療画像として扱ってもよいのだろうか。今後の動向および適応について、慎重に判断すべき課題と考える。