

ラジオロジー

放射線医療と市民のみなさんを結ぶ広報誌

43

2024年

特集◎画像診断における人工知能(AI)

神戸大学 未来医工学研究開発センター
西尾 瑞穂(にしお みずほ)

■世界の街角から
タイの歴史と文化を巡る ~APSCVIR2024に参加して~

国立循環器病研究センター 放射線部
福田 哲也(ふくだ てつや)

■My Hobby

マイボートと釣りの世界

東京都立大学健康福祉学部 放射線学科
根岸 徹(ねぎし とおる)

患者さんに

やさしい放射線医学を求めて…

ラジオロジー(Radiology)とは放射線科学のことです。

ラジオロジーは体の中を切らず診るための科学です。エックス線写真からはじまり、日々に進歩しています。

日本ラジオロジー協会

「みえる・わかる・なおる」をテーマとして放射線科学は医療に幅広く貢献しております。

[特集]

画像診断における人工知能(AI)

神戸大学 未来医工学研究開発センター
西尾 瑞穂(にしお みずほ)

はじめに

最近では、様々な種類の人工知能(AI)が一般に利用できるようになっています。例えば、Microsoftの提供するImage Creatorを使えば、(制限はありますが)人間が入力した文章に応じて画像を生成してくれます[1]。図1はその例です。Image Creatorを使えば、絵を描けない人でも絵に関する様々な処理をすることが出来る可能性があります。

また、OpenAIのChatGPT[2]やMicrosoftのCopilot with Bing Chatを使えば、人間の入力した文章に応じて色々なことをAIが文章で回答してくれます。図2はMicrosoftのEdgeブラウザでCopilot with Bing Chatに対して、「画像診断について教えてください。」と入力した時のCopilot with Bing Chatの回答です。必ずしも、AIの回答が正しいとは限りませんが、AIが人を介さずに有用になり得る回答を生成してくれます。

このように最近のAIは人間の処理を肩代わりしてくれるようになりつつあります。上で紹介したAIは画像診断に特化したものではありませんが、こうしたAIの進歩は画像診断に大きな影響を及ぼすと予想されています。この記事では、画像診断におけるAIの応用例について紹介をします。

画像診断のためのAI

画像診断のためのAIというのは、医療の現場で画像診断について放射線科医などの医師をサポートする技術のことを指します。画像診断のためのAIはレントゲン(X線)、CT、MRIなどの医用画像を分析して、異常や病変を見つけて出すのに役立ちます。図3(A)~(C)ではレントゲン、CT、MRIの画像を示します。

例えば、図3のようなレントゲン写真やCT画像をAIに与えると、AIはそれらを自動的に処理して異常な部分や病気の兆候を医師に提示してくれます。これにより、医師はより早く正確な診断を下すことができ、患者の治療に迅速に取り組むことができると期待されます。AIは大量の画像を素早く処理し、特定のパターンや異常を検出することが得意です。最近では、1回のCTやMRIの検査で非常に多くの画像が得られるため、AIが大量の画像を正確に処理できるならば、それは放射線科医などの医師にとって有効と

考えられます。画像診断のためのAIは医師の目を補完し、より早く正確な診断を可能にする頼れる仲間(副操縦士、Copilot)になることが期待されています。

ここ10年くらいは、畳み込みニューラルネットワークと呼ばれるAIが画像診断において盛んに研究されてきました。一方で、最近話題の生成AIと呼ばれるものでは、畳み込みニューラルネットワーク以外のものが使われています(例えば、ChatGPTやCopilot with Bing ChatではTransformerと呼ばれるものが使われているようです)。この記事では畳み

図1. MicrosoftのImage Creatorで「MRI」を入力した時に生成された画像。

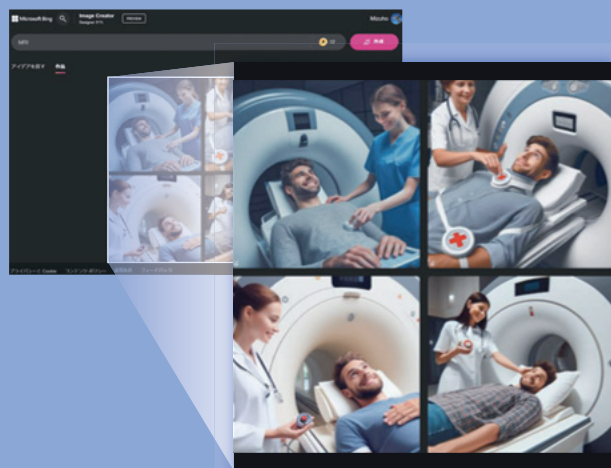
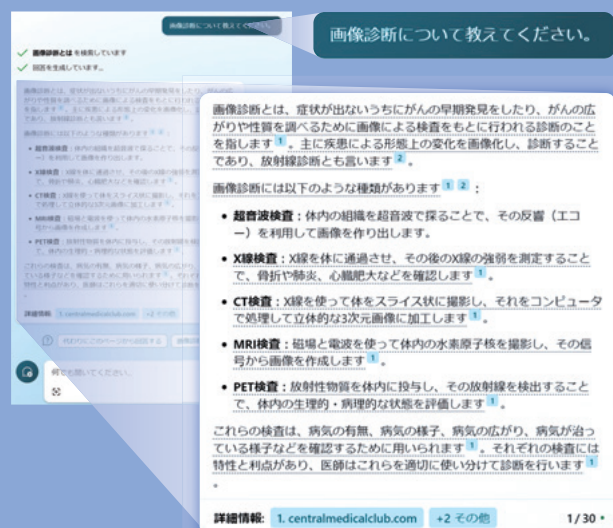


図2. MicrosoftのEdgeブラウザ上のCopilot with Bing Chatで「画像診断について教えてください。」を入力した時のAIの回答。



必ずしもAIの回答が正しいわけではありませんが、有用な回答が得られることが多いです。(注:この図でもAIの回答には厳密な意味ではいくつか間違いがありますが、大雑把には回答の通りです。)

込みニューラルネットワークと生成AIの画像診断への応用について紹介します。

畳み込みニューラルネットワークの応用例

癌の患者さんでは、もともとの癌とは違う場所に癌が広がることがあり、このことを癌の転移と言います。進行した癌では、体の様々な場所に癌が広がります。その中でも、骨への癌の転移は比較的頻度が高いとされます。骨への癌の転移(骨転移)は痛みの原因になるので、骨転移が生じると

癌の患者さんの生活の質がしばしば低下します。このため出来るだけ早く骨転移を見つけて、骨転移を治療することが求められています。骨転移は体幹部(首・肩・胸・背中・下腹部など)の骨に生じることが多いですが、腕や足の骨にも転移することがあります。このため、体の中の沢山の骨の中から骨転移を見つける必要があります、放射線科医でも骨転移を見つけることは大変です。

筆者の過去の畳み込みニューラルネットワークを使った研究では、CT画像に写った骨転移を見つけるAIの研究を行いました[6]。図4は畳み込みニューラルネットワークを使ってAIに骨転移を見つけさせた例です。

現在のCTでは、一回の検査で多くの画像を得ることが出来るので、体の沢山の骨をチェックすることが可能です。しかしながら、骨の本数が多いためCTでその全部を医師がチェックすることには大変です。この研究では、AIがCTに写った骨を自動でチェックして、AIが検出した骨転移を赤く表示して、医師が骨転移の診断をすることをAIがサポートしてくれます。

図5では各患者さんの骨転移がどのようにAIで検出されたのかを示しています。

AIが全部の骨転移を見つけるわけではありませんが、図5の一部にあるように、医師が見つけることが難しい骨転移でも、AIが正確に見つけることもあります。

生成AIの応用例

はじめに紹介したImage Creator やCopilot with Bing Chatは生成AIと呼ばれます。最近では色々なところで生成AIの話題がニュースなどで取り上げられています。ここでは、生成AIを画像診断に応用する研究を紹介します[7]。

今回の研究では、生成AIとしてはChatGPT[2]を利用しました。ChatGPTはCopilot with Bing Chatと同様に、人間の入力した画像に基づいてAIが文章を回答してくれるサービスです。ChatGPTを開発したOpenAI社はChatGPTの機能をソフトウェアから簡単に利用できる仕組み(API)を用意しています。このAPIは有料ですが、ChatGPTのAPIを利用することで、自分の作るソフトウェアにChatGPTの機能を組み込むことが可能になります。

ChatGPTで何进行处理するかが重要なのですが、今回は画像診断に関わる文章をChatGPTに解析させてみました。一般に、放射線科医は画像診断を行った後に診断レポートと呼ばれるものを書いて、診断結果を文章として残します。ここでは、診断レポートをChatGPTに解析させます。

研究用に用意された肺癌の診断レポートが公開されています[8]。この診断レポートには、肺癌の進行度を表す

図3. (A) レントゲン写真[3]、(B) CTの画像[4]、(C) MRIの画像[5]。それぞれ元の画像を改変・転載。

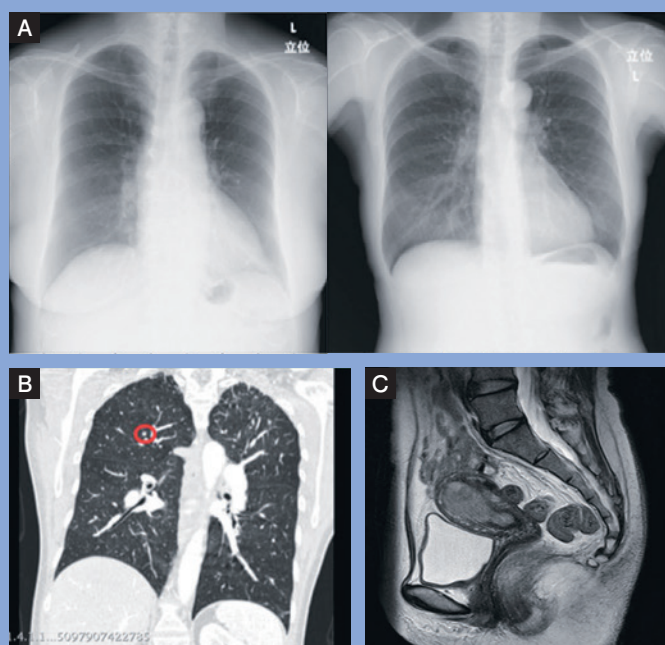
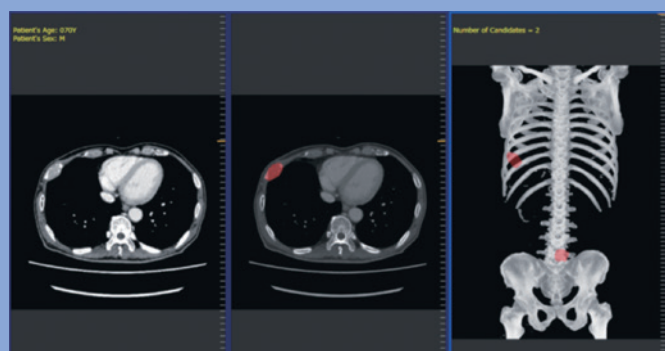


図4. 畳み込みニューラルネットワークを使った骨転移の検出。



左、元のCT画像。

中央、AIによって検出された骨転移が赤く表示されている。

右、体幹部の骨の3次元画像と検出された二つの骨転移が表示されている。[6]から転載。

TNM分類という数値が付属しています。TNMの数値は、例えばT1N0M0、あるいは、T4N3M1などのように記載され、数値が高いほど進行度の高い癌とされます。通常、TNMの数値の高低によって癌の治療方法が大きく変わります。[7]の私たちの研究では診断レポートの文章からTNMの数値を予測させました。図6に今回のChatGPTを使ったソフトウェアの概要を示します。

[7]の研究では、ChatGPTのAPIを介して診断レポートをChatGPTに読みこませ、診断レポートのTNM分類の数値をChatGPTに予測させました。この時、ChatGPTにどんなことをして欲しいか、処理の内容をプロンプトと呼ばれる文章としてChatGPTに入力しました。単に診断レポートの文章だけをChatGPTに入力しても良い結果は得られないことがあり、プロンプトとしてどのような文章を用意するかが重要だと言われています。今回の研究では、レポートの文章とともにTNM分類の細かな定義についても一緒にChatGPTにプロンプトとして入力するとどうなるかを試しました。[7]の研究では、他にも色々なことを試したのですが、ここでは割愛します。

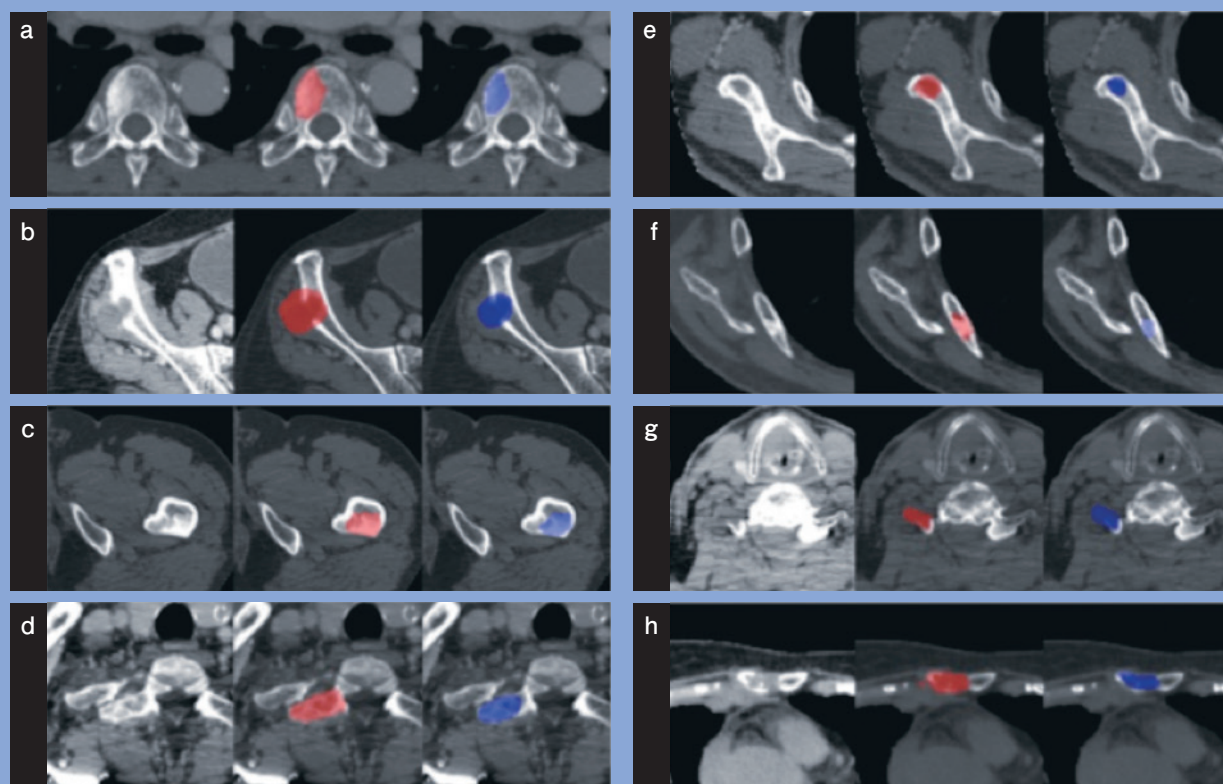
図7がChatGPTによるTNM分類の予測結果です。NとMの数値の予測結果が良いことが分かります。同じデータを他の研究者達も解析したのですが、NとMに関してはChatGPTを使った私たちのソフトウェアが一番正しい結果でした[7,8]。

図8がTNMの定義をChatGPTに教える場合と教えない場合の予測結果です。Mを除くと、TNMの定義をChatGPTに教えてあげると予測結果が良くなっていることが分かります。人間と同様に、ChatGPTも前提知識を教えてあげるのが処理を円滑に行えるという事になります。

おわりに

今回は、畳み込みニューラルネットワークとChatGPT (生成AI) の二つのAIについて画像診断における応用例を紹介しました。今回紹介した畳み込みニューラルネットワークと生成AIの二つの間では、AIの作り方が大きく異なります。通常、畳み込みニューラルネットワークでは、AIを作る人間がそれぞれに頑張ってAIに学習をさせます。一方で、ChatGPTなどの生成AIではそういうことはほとんどしません。

図5. 各症例における骨転移・AIの検出結果など。



(a)～(h)の各行について三つの画像があり、一番左は元のCT画像、中央はAIが検出した骨転移を赤く表示した画像、一番右は人間が骨転移を青く塗った画像。[6]から転載・改変。

図6.
ChatGPTを使ったソフトウェアの概要。

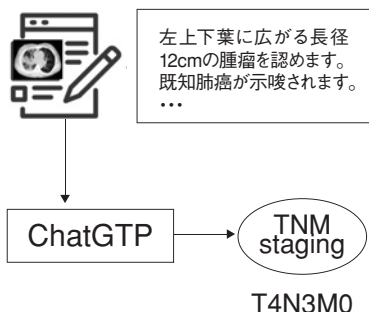


図7.
ChatGPTによるTNM分類の予測結果。

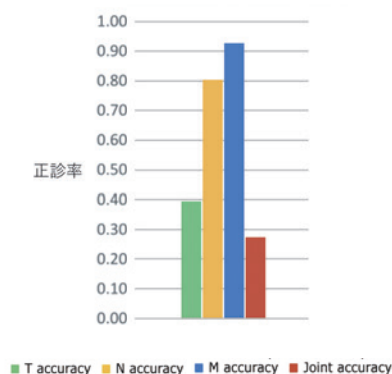


図8.
ChatGPTによるTNM分類の予測結果。

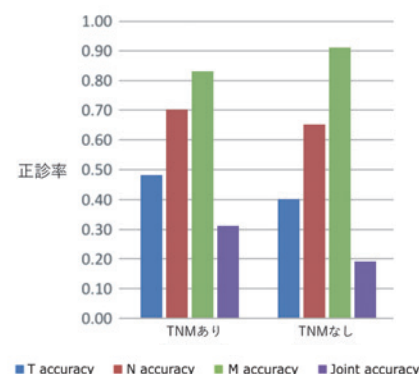


図7と図8とは評価方法が異なります。

例えば、ChatGPT だとOpenAI社が作ったAIをそのまま使うことが多く、OpenAI社以外の人がChatGPTのAIを学習させることはあまりおこないません。その代わりに、上のようなプロンプトを工夫したり、Retrieval Augment Generationと呼ばれる方法でAIに与えるデータを工夫したりします*。このように畳み込みニューラルネットワークと生成AIとでは、AIの作り方が大きく異なります。この違いは今後のAIの開発・利用に大きな影響を与えていると言われています。また、生成AIの影響は画像診断でも大きいと筆者は予想しています。今後、生成AIなどにより画像診断のAIがどの

ように進歩していくのか筆者としては楽しみです。

* 脚注：生成AIにおけるプロンプトの詳細については例えば[9-11]を参照してください。原稿執筆時点ではプロンプトの工夫は有効とされていますが、生成AIの進展によって必要性が低下する可能性があります。注意してください。

謝辞

ここで紹介した研究やこの記事の作成はJSPS科研費22K07665、23KK0148の助成及び「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」「統合型ヘルスケアシステムの構築」JPJ012425の補助を受けて行った。

引用文献

1. <https://www.bing.com/images/create?>
2. <https://chat.openai.com/>
3. Miyazaki A, Ikejima K, Nishio M, et al. Computer-aided diagnosis of chest X-ray for COVID-19 diagnosis in external validation study by radiologists with and without deep learning system. Sci Rep. 2023;13(1):17533. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-44818-9>
4. Nishio M, Fujimoto K, Matsuo H, Muramatsu C, Sakamoto R, Fujita H. Lung Cancer Segmentation With Transfer Learning: Usefulness of a Pretrained Model Constructed From an Artificial Dataset Generated Using a Generative Adversarial Network. Front Artif Intell. 2021;4:694815. doi: <https://doi.org/10.3389/frai.2021.694815>
5. Kurata Y, Nishio M, Moribata Y, et al. Automatic segmentation of uterine endometrial cancer on multi-sequence MRI using a convolutional neural network. Sci Rep. 2021;11(1):14440. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93792-7>
6. Noguchi S, Nishio M, Sakamoto R, et al. Deep learning-based algorithm improved radiologists' performance in bone metastases detection on CT. Eur Radiol. 2022;32(11):7976-7987. doi: <https://doi.org/10.1007/s00330-022-08741-3>
7. Nishio M, Matsuo H, Matsunaga T, Fujimoto K, Rohanian M, Nooralahzadeh F, Rinaldi F, Krauthammer M. Zero-shot classification of TNM staging for Japanese radiology report using ChatGPT at RR-TNM subtask of NTCIR-17 MedNLP-SC. In: NTCIR 17 Conference: Proceedings of the 17th NTCIR Conference on Evaluation of Information Access Technologies, Tokyo, Japan, 12 Dec 2023 - 15 Dec 2023. doi: <https://doi.org/10.20736/0002001283> URL: <https://research.nii.ac.jp/ntcir/workshop/OnlineProceedings17/pdf/ntcir/04-NTCIR17-MEDNLP-NishioM.pdf>
8. Nakamura Y, Hanaoka S, Yada S, Wakamiya S, Aramaki E. NTCIR-17 MedNLP-SC Radiology Report Subtask Overview: Dataset and Solutions for Automated Lung Cancer Staging. In Proceedings of the 17th NTCIR Conference on Evaluation of Information Access Technologies, NTCIR-17 National Institute of Informatics (NII). 2023. doi: <https://doi.org/10.20736/0002001328> URL: <https://research.nii.ac.jp/ntcir/workshop/OnlineProceedings17/pdf/ntcir/02-NTCIR17-OV-MEDNLP-NakamuraY.pdf>
9. <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%97%E3%83%AD%E3%83%B3%E3%83%97%E3%83%88%E3%82%A8%E3%83%B3%E3%82%B8%E3%83%8B%E3%82%A2%E3%83%AA%E3%83%B3%E3%82%B0>
10. https://www.nri.com/jp/knowledge/glossary/lst/ha/prompt_engineering
11. <https://www.promptingguide.ai/>

世界の街角から

タイの歴史と文化を巡る ～APSCVIR2024に参加して～

国立循環器病研究センター 放射線部
福田 哲也(ふくだ てつや)

2024年のゴールデンウィーク中に、Asia Pacific Society of Cardiovascular and Interventional Radiology 2024 (APSCVIR)に参加するため、同僚とともにタイの首都バンコクを訪れました(図1)。5月2日、関西国際空港からタイ国際航空(TG623便)に搭乗して約6時間後にバンコク・スワンナプーム国際空港に到着しました。空港からバンコク中心部までは約1時間です。バンコクは最高気温が39℃、最低気温でも30℃という猛暑でした。バンコク市内では車の渋滞が激しく、タイの特徴であるトゥクトゥクという乗り物もありますが、観光客向けの価格設定が高いことが特徴です。しかし近年はモノレールが整備されてきており、安価で移動手段としてはおすすめです。

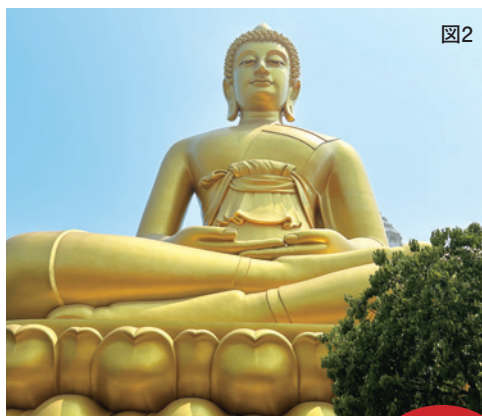
今回、学会の合間を利用して街の雰囲気を楽しむことができました。MRTブルーラインに乗り、バンパイ駅(Bang Phi)で降りて徒歩10分ほどでワットパクナムに行くことができます。ワットパクナムは15世紀後半から17世紀初頭に創建された歴史ある寺院であり、その巨大な仏像で有名です

(図2)。最近では、インスタグラムスポットとしても人気があり、エメラルド色に輝くガラスでできた神秘的な仏舎利奉安塔や壮大な天井画などが注目されています(図3)。菩提樹の麓に座る悟りを開いた28体の仏を描いた天井画は、森羅万象を表現しており、その下で立っていると異世界にいるかのような感覚に陥ります。

バンパイ駅から同じMRTブルーラインに乗り、3駅ほどでサナムチャイ駅(Sanam Chai)に到着、そこから徒歩5分ほどで、バンコクで最も有名な観光スポットであるワットポーに着きます。ワットポーはラーマ1世が命じ、僧侶たちが学ぶために立てられた古くからある寺院で、巨大な涅槃仏で知られています(図4)。

また、隣接するワットプラケオも素晴らしかったです。この寺院はバンコクの中心部に位置し、その金の仏塔はまさに圧巻です。金箔で覆われた仏塔は太陽の光を反射し、夢のような景色を創り出します(図5)。このワットプラケオの隣が王宮であり、その壮大な建築や美しい庭園は訪れる人々を魅了しています。

APSCVIRの学会に参加するだけでなく、タイの歴史と文化を深く理解することができたこの旅は、私にとって大変貴重な経験であり、一生忘れられない思い出となりました。



My Hobby

マイボートと釣りの世界

東京都立大学健康福祉学部 放射線学科
根岸 徹 (ねぎし とおる)

私は横浜出身で、自転車で20分程もあればJRCの会場であるパシフィコ横浜に行ける所に住んでおりました。そんな環境で育った私は小学生のころから釣りに興じておりました。しかし、高校生以降は部活やバイトが忙しくなり暫くご無沙汰状態でしたが、社会人となり久しぶりに旧友に誘われて釣りにいくと、ビギナーズラックというのでしょうか、たまたま釣れてしまい、それからどっぴりと釣りの世界にはまってしまいました。

また、職場でヨットを持っていらっしゃった先生が2名ほどいたこともあり、すぐに船舶免許を取りに行くことを勧められ、入職1年目で取得しました。

そんな背景もあり私はマイボートでの釣りが性格に合っているようです。これは自分で出航時刻や帰港時刻を任意に設定できるので、数時間の空き時間があれば気分転換ができる点や、その季節ごとに釣りやすい魚を選べることなどが挙げられます。

そしてなんといっても魚を探す面白さがあります。春夏秋冬、その日の天候などによって同じ場所に魚がいることはありまませんので「この時期は水温の安定している深い場所にいるのか?」はたまた「浅場の水の流れがあるフラットなところにいるのか?」と魚群探知機を使って探します。

この魚群探知機があれば、簡単に魚が釣れると考えている方も多いと思いますが、このツールは目的の魚を探すというよりも地形や海中の状況を見ることに使用しています。海底の起伏が激しく水の動きが激しいところを好む魚や、

砂地を好む魚、あるいは小魚を捕食する魚など、様々なパターンを想定し、ここは小魚が多い場所、ここは二重反射の強い岩場の地形など、魚の行動を考えるのに重要なヒントをもたらす役割を持っています。これらのデータを基にして魚が釣れた時、すなわち答えが出たときはとても嬉しいのですが、答えが出なかった時も多く、正解を導くためのアプローチでどこが間違っていたかを反省することもあります。これは研究計画を立案し、データを集め解析をおこない、放射線技術の新たな知見や裏付けを発見していく研究活動ともどこか似ているような気がします。そしてプラスアルファの楽しみとしてボートの整備などがあります。ボートの整備や清掃

はできる限り自分で行います。エンジンのオイル交換なども自分で行い、エンジン内部を含めて清掃することにより「そろそろこの部品が消耗してきているかな?」と思ったことをマリーナの方と相談しながらボートの整備管理をおこない安全航行に心がけています。これも実はX線装置の不変性試験につながっているような気がします。普段から整備や管理していることで装置の特徴や特性を



放射線関係者の釣り仲間

学び、最適な動作状況で医療機器を使用することがとても大切であり、その延長線上に医療被ばくの最適化などが成立してくるのだと考えております。よって臨床現場で使用している機器も精度管理することが楽しいと思える方が増えてくるといいですね。特に春と秋の学会シーズンが釣りもしやすいシーズンではありますが、そこでは研究にしっかりと励み、空き時間を作ってゆっくりと海にボートを浮かべて余暇を過ごしてまいりたいと思います。

編集後記



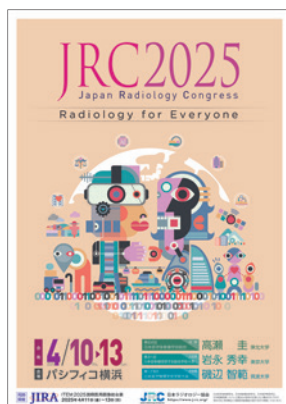
カプヌードルのMRI

現在、様々な医療分野において必要不可欠となりつつある放射線医学について、多くの方々に理解を深めて頂くことを目的として広報誌ラジオロジーの第43号をお届け致します。“特集”は、画像診断における人工知能(AI)を取り上げ、西尾瑞穂先生に解説をお願いいたしました。画像診断のためのAIは、医師の画像診断をサポートする技術で、医療画像を分析して、異常や病変などを見つけ出すのに役立ちます。本編では、レントゲン・CT・MRIでの分析例や、最新の畳み込みニューラルネットワークや生成AIの応用例を紹介して頂いています。今後、画像診断におけるAI活用のさらなる進歩が楽しみです。

“世界の街角から”は、福田哲也先生に、タイの歴史と文化をご紹介して頂きました。近年はモノレールの整備が進んでいるようで、モノレールを利用して、ワットパクナムの巨大な仏像や、ワットポーの涅槃仏を訪れたそうです。モノレールを利用してタイの歴史と文化を巡る旅、とても楽しそうですね。

“My Hobby”は、根岸徹先生にマイボートと釣りの世界について執筆して頂きました。マイボートを使って、春夏秋冬好きな時間に様々な魚を狙って釣りを楽しんでいるらしいようです。また、マイボートはご自身で整備されるようで、それも釣りの楽しみの一つようです。執筆いただいた先生方、どうもありがとうございました。

JRC広報委員



監 修 公益社団法人 日本医学放射線学会
<https://www.radiology.jp/index.html>

発 行 一般社団法人 日本ラジオロジー協会
〒101-0052 東京都千代田区神田小川町3-8
神田駿河台ビル7F
TEL 03-3518-6111/FAX 03-3518-6139
<https://www.j-rc.org/>

発行日 2024年8月23日 第22巻 第2号 通巻 43号

本誌の複製、掲載の記事・画像の転載、複製、改変等は禁じられています。
ご意見、お問い合わせなどがございましたらJRC事務局 (office@j-rc.org) まで
メールでお寄せください。