

ラジオロジー

放射線医療と患者さんを結ぶ広報誌

25
2015年

特集◎COPDについて： 画像診断を中心に

友仁会 友仁山崎病院 院長 高橋 雅士(たかはし まさし)

■世界の街角から 魅力に溢れる北カリフォルニア

Department of Radiation Oncology University of California Davis

山本 時裕(やまもと とまひろ)

■My Hobby

クラリネットを奏でる

日本画像医療システム工業会 産業戦略室

名波 昌治(ななみ しょうじ)

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に、見ます。エックス線写真からはじまり、ここまで来ました。

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]

COPDについて： 画像診断を中心に

友仁会 友仁山崎病院 院長
高橋 雅士 (たかはし まさし)

あなたはCOPDかもしれません。

図1.



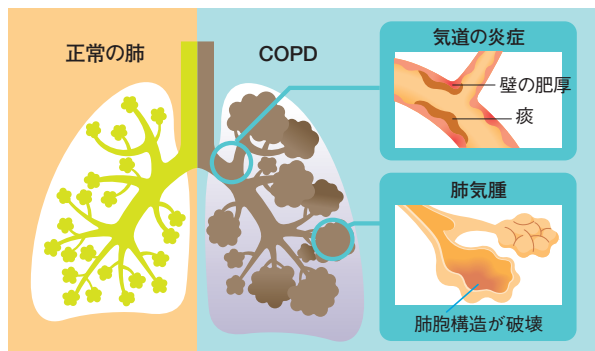
“朝、駅の階段を登るときに息切れがするようになってきた”
 “咳と痰がずっと続いている”
 “風邪をひきやすい、ひいたあとと胸が息苦しいのが続く”

あなたが40歳以上で、喫煙歴があり、もしもこういった症状に最近気付いてきたら、COPDという病気を一度疑うべきです。あなたに喫煙歴がなくても、同居の方に喫煙者がいたり、粉塵の多い職場や特殊な化学物質を扱う仕事をしていたとしたら、同じようにCOPDを一度疑うべきです(図1)。

COPDって何ですか？

COPDとは、慢性(Chronic)、閉塞性(Obstructive)、肺(Pulmonary)、疾患(Disease)の頭文字をとったものです。もともと、“慢性気管支炎”とか、“肺気腫”と呼ばれていたものをまとめてそのように呼ぶようになりました。タバコの煙などの有害な気体を吸い込むことによって、①空気の通る気管支に炎症が起こったり、②その先にある呼吸をするための肺胞が壊れたりすることによって(図2)、空気の出し入れや酸素交換がうまくいなくなる病気です。COPDの患者さんの90%以上は喫煙者です。長い期間の喫煙習慣が原因であることから、COPD

図2. COPDにおける病変



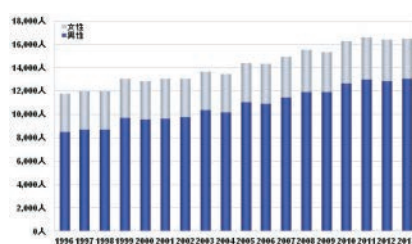
https://www.196189.com/column/copd_02/の図を許可を得て引用改変

は肺の生活習慣病とも言われています。同じ喫煙者でも、とくにタバコに感受性の高い遺伝的素因を持つ人は、COPDがより進行しやすいと考えられています。

COPDは多い病気ですか？

COPDは珍しい病気ではありません。2001年に日本から発表された大規模な疫学調査研究によると、40歳以上の人口の何と8.6%、約530万人の方がCOPDに罹患していると言われています。しかし、2011年の厚生労働省の患者調査では、現在日本でCOPDとして治療を受けている患者さんは約22万人に過ぎないと言われています。つまり、COPDであるのに治療を受けていない推定患者数は約500万人以上いると考えられます。それくらい、COPDは普遍的な病気なのです。死因に関する国の統計では、死亡原因としてのCOPDの順位は、平成25年度では男性が8位、女性が20位、全体では9位となっています。現在日本では年間16000人の方がCOPDで亡くなっていますが、診断のついていないCOPDの患者さんの数は上記のように膨大な数になりますので、COPDが直接ではなくても間接的に死亡に関連している患者さんは実はかなりの数にのぼると考えられます。また、この死亡数は年々増加傾向にあり(図3)、同じように米国では、心血管疾患や脳血管疾患による死亡率は減少しているのに対し、COPDによる死亡率は明らかに増加傾向にあります。なお、COPDが様々な死因に間接的に関わっている可能性に関しては、次に述べるものが関係しています。

図3. 日本におけるCOPD死亡者数(1996-2013年)



GOLD日本委員会 COPD情報サイト http://www.gold-jac.jp/copd_facts_in_japan/

COPDは肺だけの病気ですか？

COPDは肺の病気ですが、実はその存在や重症度が、肺以外の全身の様々な病気と関係していることがわかってきています。現在は、COPDは単なる肺の病気ではなく、全身性の炎症性・消耗性疾患を引き起こす病態と考えられています。COPDによって引き起こされる種々の病気とは、以下のようなものです。動脈硬化症、心臓血管疾患、高血圧、骨粗鬆症、筋力低下・体重減少、糖尿病、逆流性食道炎、肺癌、睡眠障害、うつ傾向(図4)。

COPDの可能性があり、これらの併存症の可能性のある方は、COPDの治療と共にこれらの診断、治療も必要となります。更にCOPDの患者さんは、肺炎のリスクが高いこと、肺以外の癌のリスクが高いことも知られています。

図4. COPDは全身性の様々な疾患と関連があります。



COPDの可能性を簡単に調べるために

ご自分のCOPDの可能性を簡単に調べる方法があります。以下の質問に対し、ご自身に最もあてはまる回答のボックス(□)にチェックしてください。

- ① 過去4週間にどのくらい頻繁に息切れを感じましたか? : まったく感じなかった□ 0点、数回感じた□ 0点、ときどき感じた□ 1点、ほとんどいつも感じた□ 2点、ずっと感じた□ 2点
- ② 咳をしたとき、粘液や痰などが出たことがこれまでにありますか? : 一度もない□ 0点、たまに風邪や肺の感染症にかかったときだけ□ 0点、1か月のうち数日□ 1点、一週間のうちほとんど毎日□ 1点、毎日□ 2点
- ③ 過去12か月において呼吸に問題があるため、以前に比べて活動しなくなった。: まったくそう思わない□ 0点、そう思わない□ 0点、何ともいえない□ 0点、そう思う□ 1点、とてもそう思う□ 2点
- ④ これまでの人生で、たばこを少なくとも100本は吸いましたか? : いいえ□ 0点、はい□ 2点、わからない□ 0点
- ⑤ 年齢はいくつですか? : 35~49歳□ 0点、50~59歳□ 1点、60~69歳□ 2点、70歳以上□ 2点

ボックスの数字を足して合計点を出してください。合計点は0から10までの間です。合計点が4点以上の場合、あなたの症状はCOPDが原因かもしれません。合計点が0~3点で、かつあなたが呼吸に問題があると感じている場合も医師にご相談ください。医師は、あなたの呼吸の問題がどのタイプのものか調べてくれます。(Martinez FJ et al. COPD; Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease 2008;5:85-95.)

COPDの診断

1. スパイロメトリー

COPDは、気道と肺の空気の出入りが悪くなる病気ですが、とくに、息はある程度吸えるが、これをうまく吐き出せないという特徴があります。

このことを簡便に検査で調べるものが、スパイロメトリーと呼ばれる検査です。鼻をノーズクリップで止め、呼吸管を接続したマウスピースを口にくわえ、息を吸ったり吐いたりする検査です。この中では、1秒率というデータがとくにCOPDの診断に重要です。深く息を吸って一気に吐き出した空気量(これを努力性肺活量といいます)に対し、最初の1秒間で吐き出した量(1秒量)の割合を示したものです。70%以上が正常ですが、1秒率が低下している場合は閉塞性換気障害(気管支が狭くなっているために起こる呼吸機能障害)が疑われます。

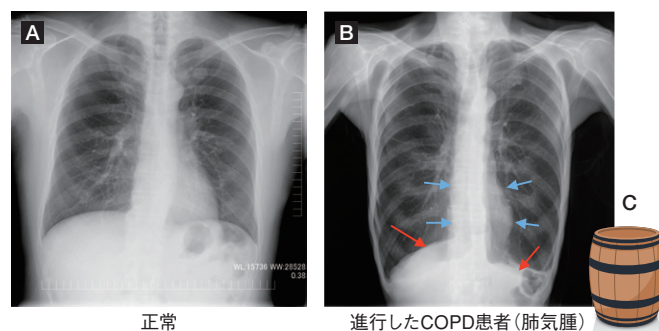
2. 胸部単純X線写真、胸部CT

COPDの最も重要な診断法は、前述のスパイロメトリーですが、COPDは、気道の壁が厚くなったり、肺が壊れたりする病気ですので、画像診断でこれらの形態的变化をある程度診断することが可能です。

2-a. 胸部単純X線写真

胸部単純X線写真はほぼ全ての呼吸器科にいられた患者さんに撮影される検査です。胸部レントゲン検査とも言われます。ちなみに胸部単純X線写真の被ばく線量は0.05mSvという非常に低いもので、東京とニューヨークを飛行機で往復した場合の約1/4の線量です。胸部単純X線写真は、厚みのある人間の胸部をまとめて1枚の写真にしていますので、正常の血管や気道も重なって写ってきますし、また心臓、肋骨などの骨、筋肉なども当然重なって写ってきます。従って、COPDで肺や気管支に起こっている病理学的な小さな変化を捉えることはできません。ただし、COPDは肺の空気の入りが悪くなって、肺に空気がため込まれる病態ですので、正常よりも肺が膨れる状態になり、そうなるとう胸部単純X線写真でその存在を推測することが可能です。ただし、注意すべきは、胸部単純X線写真が正常だからと言って、COPDを否定することは決してできないということです。喫煙歴のある人が、胸部単純X線写真で例え正常だとしても、それは全くCOPDを除外したことにはならないことにご注意ください。逆に、胸部単純X線写真で明らかに肺が膨れている所見があった時には、

図5. 進行したCOPD患者の胸部レントゲン写真



進行したCOPD(肺気腫)患者の胸部レントゲン写真(B)では、正常(A)に比べ、肺が風船のように膨張し、心臓が小さく圧排され(青矢印)、横隔膜が低くなっている(赤矢印)。胸郭は膨隆し、“ビヤ樽状”と形容される(C)。

COPDは既にかなり進行した状態にあります。従って、胸部単純X線写真は、COPDの診断というよりも、その後の経過観察のためのコントロール（経過観察を行う上の最初の比較のポイントの記録）として、また同じような息切れなどの症状を呈しうる他の病態（心不全、肺癌、肺炎など）を除外するという意味合いが強いとお考えください。COPDにおいて、気道壁が著しく肥厚すると、その変化が胸部単純X線写真でも捉えることができるようになります。また、肺気腫で肺が著しく膨れあがると、通常はきれいなドーム型をしている横隔膜が下に押し下げられたり、心臓が細長くなったりします。また、更に進行しますと、胸郭が外側に押し広げられ、ビヤ樽状という体格に変化します（図5）。

2-b. 胸部CT

CTは、身体を薄く横断してその断面を観察する画像診断法で、日常臨床では非常に多く使用されています。胸部CTの被ばく線量は、通常5～8mSvと決して低くはありませんが、今日の技術的な進歩により、この1/3～1/5程度の線量でも十分に情報が得られるようになりつつあります。余談ですが、医用画像による被ばくは、それによって得られる利益がリスクよりも高い「行為の正当性」が求められます。COPDの患者さんの肺をCTによって調べることによる利益は、その被ばくによるリスクを上回っていると考えられています。COPDには、①肺の破壊、②気道壁の炎症による肥厚、のふたつの側面があると説明しましたが、現在のCTはこれらの様子を画像で描出することを可能にしています。

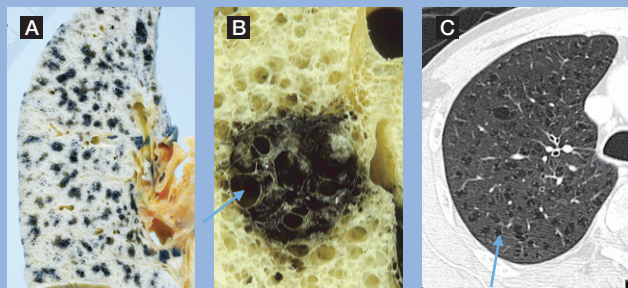
2-b-1. 肺気腫

肺には、肺胞という薄い壁をもつ小さな袋の構造がぎっしりと詰まっています。肺胞の壁では、身体の中で産生された二酸化炭素を酸素に交換することが行われています。この肺胞の大きさはわずか0.2mmの大きさです。これは現在のCTの分解能を上回っており肺胞を描出することはできません。ただし、空気みの部分と比べると、肺胞の袋がぼんやりと写っているために、肺のある部分はやや灰色の濃度を示します。COPDにおける肺気腫は、この肺胞の壁が有害物質によって破壊され、溶けてなくなっていくことですので、壊された肺胞の部分は少し大きな“空気穴”になります。つまり、周囲のやや灰色の肺野の中に空気の濃度の黒い穴がたくさんできてきます。これが肺気腫のCT所見です（図6）。肺気腫は、最初は数ミリメートルの小さな穴ですが、空気の捉え込みなどによってこの穴は徐々に大きくなっていきます。拡大すると、周囲の正常肺を圧排し、また血管なども狭小化させます（図7, 8）。現在、肺野のこれら肺気腫の部分の肺野全体における比率をCT画像から簡単にコンピューターで計算させることが可能になっています。この機能を用いますと、患者さんの肺気腫が時間を追って進行していく様子やあるいは治療によって進行が遅くなったり、止まったりする様子が客観的に評価できます（図9）。

2-b-2. 気道壁の炎症性変化

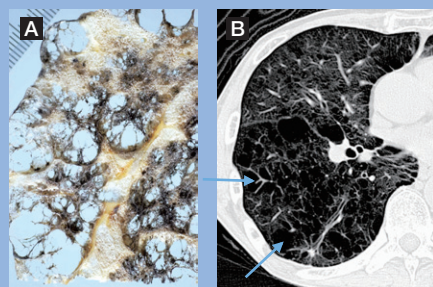
従来、COPDのCT診断は、肺気腫という肺の穴の存在とその程度を調べるものが中心でしたが、近年、もうひとつのCOPDの病態である気道壁の肥厚をCTで測定するという研究が多くなされています。COPDでは、正常に比べ、その気道壁が有意に厚くなっていることがわかってきています。現在のCTは非常に細かい画像情報が得られるようになってきていますので、水平断のCTの情報からでも気管支のあらゆる方向に沿った気管支の厚みの評価が可能になりつつあります。また、かなり末梢の細い気道の評価も可能になりつつあります（図10）。また、この数値が肺気腫のそれとは根本的に異なるのは、この気道の厚みの解析が喘息などの他疾患との鑑別に役立つこと、またこの気道壁の変化が治療によって改善することを客観的に

図6. 比較的早期のCOPD（肺気腫）：肺病理写真とCT



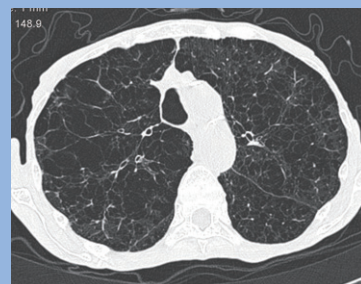
病理解剖で得られた肺気腫患者の肺の写真。多発する黒い領域は、喫煙などによって吸い込まれた有害物質が沈着しているところを示す(A)。拡大像(B)では、周囲の正常肺に比べて有害物質が沈着した部分は肺が壊れている(矢印)。CTではこれらの肺が壊れた部分(肺気腫)が黒い孔として見える(矢印)(C)。

図7. 進行したCOPD（肺気腫）：肺病理写真とCT



病理解剖で得られた肺気腫患者の肺の写真(A)。肺気腫領域は融合して拡大している。CT(B)では肺が壊れた部分(肺気腫)が拡大している(矢印)。

図8. 高度に進行したCOPD（肺気腫）のCT



両側肺野の気腫が進行し、肺には正常の部分はほとんど残っていない。

に評価できること、などです。現在、この気道の壁の厚みを利用した様々なCOPDの治療薬の評価が行われています。

3. 心電図、血液検査

心電図によって虚血性心疾患、不整脈などの循環器疾患との鑑別を行います。また、COPDは心臓に負担がかかりますので、その影響も調べます。血液検査は、心不全の血清マーカーを調べたり、また貧血でも息切れが出ますのでその存在を否定するために行います。

COPDの治療

1. 禁煙

まず、何はともあれ禁煙です。COPDの治療では最も基本的で重要なものです。既にCOPDになっていても、禁煙をすれば

その後の肺機能の低下の進行度を押さえられるとされています。多くの大規模病院には禁煙外来が設置されています。ニコチン依存症の診断がくだされたら、ニコチンパッチやニコチンガムなどのニコチン製剤、あるいは禁煙補助剤が使用されます。後者の禁煙補助剤について少し説明します。通常、ニコチンは脳内のニコチン受容体に結合し、ドパミンという快楽物質を放出させますが、実はこれがタバコを辞められない理由のひとつなのです。禁煙補助剤はニコチン受容体に部分的に結合し、タバコをすわなくても一定の快楽物質を放出する状態が継続することになり、タバコを吸ったことによって得られる快楽を減らす働きがあるのです。禁煙外来の医師は喫煙者の個々の状況に応じて適切な禁煙対策を提供します。

2. 薬物療法

肺に直接効果がある薬物は気管支拡張薬です。気管支を拡張させ呼吸困難を改善します。気管支拡張薬には β 2刺激薬、抗コリン薬などがあります。症状が重い場合には吸入ステロイド薬が使用される場合もあります。これらの薬物は、COPDの状態や重症度に応じて呼吸器内科医が判断し、患者さんに合った処方を行います。

3. 運動療法

COPDは体動時の息切れがあるために、運動を敬遠していると、身体の筋力が低下し、食欲不振による体力の低下も加わり、息切れがより悪化するという悪循環に陥ります。歩行トレーニングなどの運動リハビリテーションを行うことにより体力・筋力がアップし息切れが改善するようになります。

4. 栄養療法

COPDの患者さんは呼吸をするだけでもたくさんのエネルギーを消費しますが、食欲の低下などにより、エネルギー不足になりがちです。そうすると、やせが進み、筋肉が細くなり、骨塩も減って、悪い循環に陥ってしまいます。適切な栄養を採り、やせすぎを防ぐ必要があります。

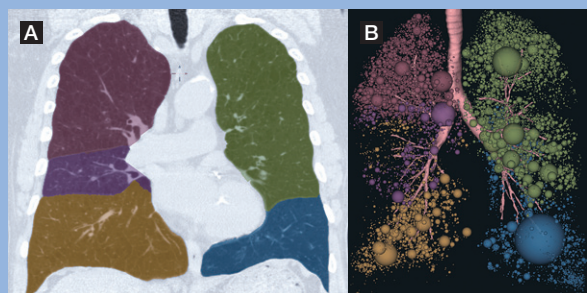
5. 酸素療法

進行したCOPDの患者さんは、肺で酸素交換を行う機能が障害されますので、酸素投与が症状の改善に有用です。酸素療法をおこなうと全身に酸素が行き渡り、心臓をはじめとしたさまざまな臓器の負担が軽減され、酸素療法をおこなわない場合より長生きができることとされています。在宅でも積極的に酸素を使う（在宅酸素療法 HOTと呼ばれます）ことにより、日常生活の活動性を高めてより生活を楽しめるようになります。

おわりに

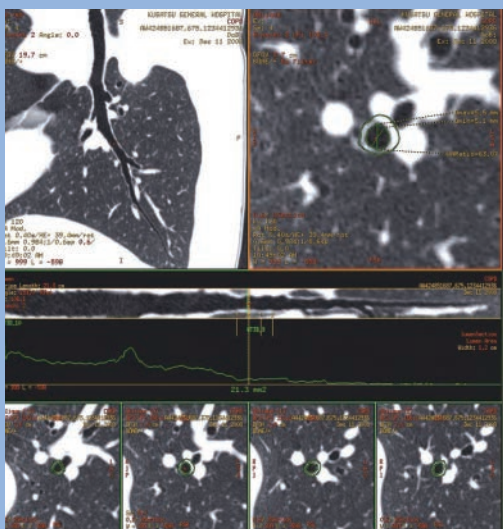
COPDは、以前からその存在がよく知られた肺の病気でしたが、その本当の頻度、病気のメカニズム、対応方法などが、近年急速に解明されている新しい病気でもあります。日常診療を裏付ける多くの研究論文が世界中から毎日のように発表されつつあります。もしもご自分にCOPDの可能性を感じられたら、是非、お近くの呼吸器科医にご相談ください。

図9. COPDにおける肺気腫の存在とその程度を計測するソフトウェア



肺のCT画像を用い、肺野を領域毎に分割し(A)、その領域毎に肺気腫の存在およびその程度を三次元的に表示している(B)。個々の球体の存在は肺気腫の存在を表し、その大きさは肺気腫の強さを表している。(Nguyen Van Tho, MD, PhD Respiratory Care Center, University Medical Center at Ho Chi Minh City, Vietnam. のご厚意による)

図10. 気道壁の厚さを計測するソフトウェア



肺のCTを用い、気道の壁の肥厚の程度を自動的に計算するソフトウェア。CTから気管支を抽出し、その気道に直交する断面を作成し、コンピューターが自動的に、気管支の壁厚、内腔面積を計算する。下段は中枢から末梢に至るまで、各レベルにおいて気道壁の解析をしているところ。COPDにおいて、その壁が肥厚する病態を客観的に評価でき、COPDにおける経過観察および治療による反応などが評価できる。

世界の街角から

魅力に溢れる北カリフォルニア

Department of Radiation Oncology
University of California Davis

山本 時裕 (やまもと ときひろ)



写真2：ツイン・ピークスからのサンフランシスコの夜景

アメリカ合衆国カリフォルニア州北部に位置するサンフランシスコとサクラメントに、2007年夏から約8年間在住している経験から、この地域の魅力を気候、観光、文化の3点について、簡単に紹介させていただきます。まず、北カリフォルニアは気候に非常に恵まれており、快適な生活を送ることができます。例えばサンフランシスコでは、年間を通して平均気温が15-20℃で安定しています。東海岸や南部が被害を受けるハリケーン、竜巻、寒波などといった異常気象も、この地域ではほぼ無縁です。雨期にあたる冬以外は雨がほとんど降らず、晴天の多い気持ちのよい日を過ごせます。しかし、ここ数年、極端に少ない降水量のため水不足が深刻化し、史上最悪の干ばつを引き起こしています。州全域で25%の節水が義務づけられ、また米航空宇宙局 (NASA) は州内の水源に残された水はあと1年分しかないと警告しています。個人的にも、来年どうなっているのかと心配な日々を過ごしています。とはいえものの、サンフランシスコ・ベイエリアは、アメリカ国内のあらゆる「住みたい街」ランキングで上位にランクインする、人気不動産の地域です。ただ、極端に裕福なシリコンバレーのIT企業家の影響などを受け、最近の生活費の上昇はとどまるところを知りません。最近のあるランキングでは、節約家の多い街としても、サンフランシスコがトップを飾りました。

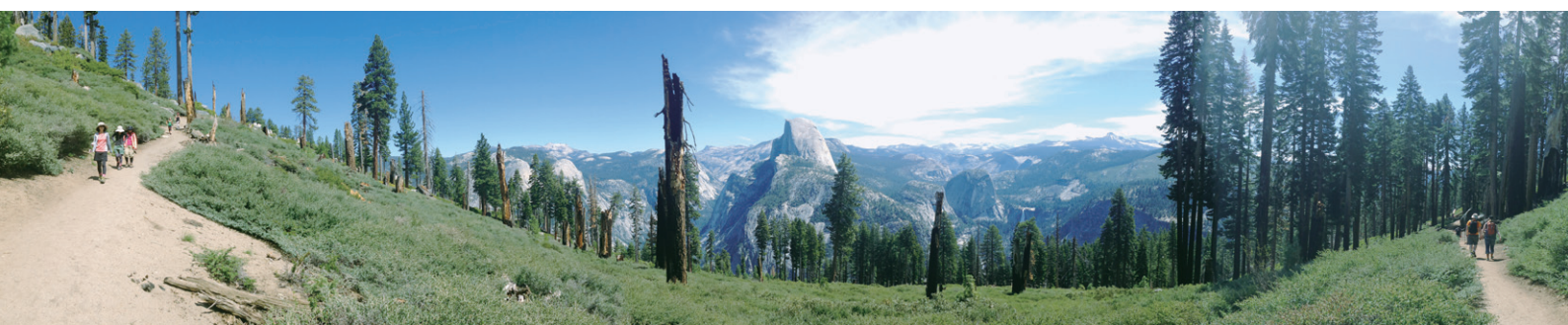
北カリフォルニアには観光スポットが非常に多く、長く住んでも飽きさせない魅力に恵まれています。例えばサンフランシスコ・ベイエリア、ワインカントリー、シリコンバレー。中でも個人的に最もお気に入りののが、ヨセミテ国立公園 (写真1)。サンフランシスコから車で約3時間半、サクラメントから2時間半というアクセスのよさもあり、毎年一回は足を運んで楽しんでいます。言うまでもなく世界的に有名な観光スポットで、アメリカ国内からはも

ちろん、日本を含む世界各国から多くの観光客が訪れています。ヨセミテの美しい自然には、何度行ってもいつも感銘を受けます。また、サンフランシスコは観光スポットの宝庫で、ゴールデン・ゲート・ブリッジ、ユニオン・スクエア、フィッシャーマンズ・ワーフ、ツイン・ピークス (写真2) などの名所はもちろん、それ以外にも絵になるような景観が街の至る所にあります。美食の街としても有名で、ミシュラン星を獲得したレストランがいくつもあります。

最後に、サンフランシスコは多種多様な文化で有名で、比較的小さい街の中に、実に多くの文化が共存しています。ダウントウン北部には、アジア外では世界最大規模のチャイナ・タウンがあり、それに隣接するノース・ビーチにはリトル・イタリーがあります。また、ダウントウンから南に少し行けば、急にメキシコに来たのかと思わせるミッション地区があります。西に行けば、ヒッピー文化発祥の地であるヘイト・アシュベリーがあり、その少し北には、日本人御用達のジャパン・タウンがあります。この多様性が、長く住んでも飽きさせないもう一つの魅力になっています。

この先、どれくらいの期間住むことになるかわかりませんが、まだまだこの地を離れたくないと思う、北カリフォルニアはそんな魅力に溢れたところでは

写真1：ヨセミテ国立公園のハイキング・トレイルにて



My Hobby

クラリネットを奏でる

日本画像医療システム工業会 産業戦略室

名波 昌治 (ななみ しょうじ)

私は高校時代に吹奏楽部でクラリネットを吹き始めてから現在まで、趣味でクラリネットを続けています。

吹奏楽

毎週土曜日の夜は私が所属する地元の市民吹奏楽団の練習日で、20～30代の若者たちと一緒に合奏を楽しんでいます。吹奏楽では、マーチ、クラシック、ポップス、ジャズ、映画音楽など、多種多様なジャンルの曲を演奏することができるので、40年近く続けても飽きることはありません。

楽団では毎年4月に神奈川県南足柄市文化会館（愛称：金太郎みらいホール）で定期演奏会を開催しており、今年は約1,000名のお客様で会場が満員になりました。大観衆を前に団員たちは素敵なハーモニーでパワフルな演奏を繰り広げ、割れんばかりの拍手喝采を浴びることができました。（写真1）



写真1



写真3

アンサンブル

合唱にソプラノ・アルト・テノール・バスがあるように、クラリネットにも大きさと音域が異なるいくつかの種類の楽器があり、クラリネットだけでアンサンブルを楽しむことができます。私はメンバー5名でクラリネットアンサンブルのユニットを結成し、地元自治会文化祭での発表演奏や、

施設訪問のボランティア演奏活動なども行っています。

写真2は地元の身体障害者施設で私がフーテンの寅さんに仮装して“男はつらいよ”を演奏した時のもので、施設に入居されている重度障害の方々にたいそう喜ばれま



写真2

した。老人ホームへの訪問演奏では童謡なども演奏曲目に加え、私の親世代のお年寄りの皆さんにも一緒に歌って楽しんでいただけるように、毎回工夫を凝らしています。

ソロ演奏

数年前から、ピアノやギターのリズムでソロ演奏をする楽しみにも目覚めました。写真3は横浜市イギリス館で開催されたアマチュア演奏家の発表会で演奏した時のものです。吹奏楽やアンサンブルとは異なり、ソロ演奏は最初から最後まで自分が主役なので一音たりとも気が抜けません。何度やっても緊張しますが、良い演奏ができた時は大きな達成感を味わうことができるので、すっかりやみつきになりました。自分の演奏の様子はYouTubeにも投稿し記録に残しています。

クラリネットを演奏することは、すっかり私の生活の一部になっています。会社員を卒業した後は有り余る自由な時間を使って猛練習を重ね、立派な音楽ホールで有料のリサイタルを開催したいなあと夢見ています。

編集後記



当該号の「特集」は、「COPDについて：画像診断を中心に」という内容で、友仁山崎病院長の高橋雅士先生にご執筆いただきました。COPDは肺の生活習慣病といわれていますが、まずは病気を知るところから、診断そして治療まで、とてもわかりやすく解説していただいたと喜んでおります。「世界の街角から」では、当地に在職されている山本時裕先生に、カリフォルニア北部の素晴らしさを、ヨセミテ国立公園と夜景の画像を交えてご紹介いただきました。やはり美しく雄大な自然がすぐ近くにあることが、人が住む環境として大きな魅力になることがよくわかりました。「My Hobby」では、名波昌治先生にクラリネットの魅力について寄稿いただきました。吹奏楽からアンサンブル、ソロと、活躍の場を変えながら熱心に社会貢献されている姿とともに、楽しみながら演奏されている雰囲気まで伝わってきました。執筆者の皆さま、ありがとうございました。

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。

JRC広報委員



JRC
Japan Radiology Congress

監修 公益社団法人 日本医学放射線学会
<http://www.radiology.or.jp/public.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
<http://www.j-rc.org/>

発行日 平成27年8月25日 第13巻第2号 通巻25号