

# 画像診断専門医の知識・経験を提供する ナビゲーションシステムの開発

Development of Navigation System which Shares Knowledge and Experience of Image Diagnosis Medical Specialists

笹井 浩介\*  
Kosuke SASAI

## 要旨

医療の現場ではX線、超音波、内視鏡などの画像検査により生体内の情報を画像化し、その情報をもとに診断や治療の判断を行っている。生体内のダイナミックな変化をとらえることのできる画像診断は、臨床に直結した診断方法として重要な手段となっている。しかし一方では、検査画像より得られる生体内の多くの情報を正しく理解して診断や治療に役立てることのできる専門医は限られており、その育成には膨大な時間と労力を要する。そこで我々は、胸部X線、腹部超音波、上部消化管内視鏡の各画像診断において、専門医の知識・経験を最適化して提供することができるナビゲーションシステムを開発した。

本システムでは、胸部X線、腹部超音波、上部消化管内視鏡の各画像診断それぞれにおいて、基本部位、基本所見、追加所見、診断などで構造化された画像診断に必要な語彙と語彙の関係を定義した「画像診断知識ベース」及び、症例画像、性別/年齢情報、確定診断、前記「画像診断知識ベース」に基づいて構造化した所見レポートで構成される胸部X線、腹部超音波、上部消化管内視鏡における「画像症例データベース」を構築した。本システムは前記「画像診断知識ベース」「画像症例データベース」を参照して、画像診断候補の一覧表示、画像症例検索、所見レポート作成、所見および症例解説、疾患の説明などの機能を提供すると共に、ユーザーの画像診断能力を客観的に把握し向上させるための機能を提供する。

開発したシステムについて医学部の学生、初期研修医で学習効果について評価を行った。その結果、被験者の半数以上が学習効果を認め継続利用を希望した。また診療放射線技師の読影補助への応用の可能性を確認するために、評価方法を最適化した上で、診療放射線技師を目指している学生に対して学習効果を確認した。その結果、顕著な効果が確認できた。

## Abstract

In medical care sites, imaging tests using X-ray, ultrasonic, an endoscope, or other techniques are widely used. However, there is a short of medical specialists skilled in image reading, and it takes much time and effort to develop such medical specialists.

To address this issue, we have developed a navigation system which provides optimized information of the knowledge and experience of medical specialists in the field of the image diagnosis of chest X-ray, abdominal ultrasonography, upper gastrointestinal tract endoscopy.

This system is configured with an "image diagnosis knowledge base" and a "graphic case database", which are respectively structured with procedures, regions, basic findings, additional findings, etc., to define the relationship between vocabularies relevant to image diagnosis and with case images, sex and age information, definite diagnoses, and image interpretation reports structured based on the "image diagnosis knowledge base." Referring to the knowledge base and the case database, this system provides functions of displaying a list of possible image diagnoses, searching case images, helping preparation of image interpretation reports, describing findings and cases, describing diseases, etc., and in addition, functions to objectively grasp the skills in image diagnosis of users and to improve their skills.

We evaluated the leaning effectiveness of the developed system with respect to medical school students and doctors at an early stage of training, and confirmed that this system was very effective. In addition, another evaluation revealed that this system was remarkably effective to train students hoping to be medical radiology technicians.

\*ヘルスケア事業本部 開発統括部 IT商品開発部

# 1 はじめに

X線、超音波（エコー）、内視鏡などの医療画像診断は、正しい診断や治療を行うための重要な手段であるが、画像を正しく読み解くには高度な専門知識と熟練を要する。しかしわが国における人口あたりの画像診断を行う専門医の人数はOECD加盟国の中でも下位に位置していると言われて<sup>1)</sup>。一方、画像診断を行う専門医の育成は、医師免許取得後10年程度の指導、育成期間が必要であり、膨大な時間と費用が必要である。

そこで厚生労働省からは「チーム医療の推進」として、一般の医師も画像診断をおこなうことを前提として、診療放射線技師が「画像診断における読影の補助を行うこと」および「患者に対して放射線検査などに関する説明や相談を行うこと」が各都道府県知事に通知されている<sup>2)</sup>。しかし一般の医師や診療放射線技師が専門医と同等の知識や経験を短時間で習得することは不可能である。

このような状況に鑑み、我々はまず最も検査頻度の高い胸部単純X線、腹部超音波、上部消化管内視鏡について、効率的に画像診断能力を向上させると共に、臨床現場においても画像診断を支援することができるシステムを開発した<sup>3-10)</sup>。

## 2 システムの機能

### 2.1 画像診断における知識・経験のデータベース化

これまでもコンピュータを利用して画像診断の支援を行うという試みは存在した。しかしこれまではCAD (Computer-aided diagnosis) と呼ばれる画像処理技術を利用して異常陰影を検出してきたので、特定の異常陰影のみしか検出できなかった。一方、画像診断の習得は教科書やeラーニング等を用いて症例画像を見ながら解説を読むというプロセスでしか学習することができなかった。これらの方法でもある程度の効果は得られるものの、一部のモダリティや疾患にしか利用できず、また自身の画像診断能力を客観的に判断することができないという問題があった。その原因はコンピュータが専門医のように画像診断に対する知識・経験を保有していないためである。

我々はこの問題点を解決するためにセマンティック・ウェブ技術を応用して画像診断における知識・経験をコンピュータに付与するために、大学病院が保有する膨大な症例データや文献等を分析して「画像診断知識ベース」を開発してきた。以下にその方法を示す。

- 胸部X線、腹部超音波、上部消化管内視鏡などの画像診断において、それぞれの部位/モダリティごとに画像診断を行う順序（手順）をカテゴリーとして関連付ける。例えば胸部X線では、専門医が「肺」「縦隔」「骨」「軟部組織」「胸膜などの辺縁構造」の構成要素別に画像を見ていくことにより、同じような濃度のもの

をとらえることで見落としを防ぐという専門知識をカテゴリーとして定義する。腹部超音波、上部消化管内視鏡では検査を行う手順に沿って各臓器をカテゴリーとして定義する (Fig. 1)。

- 次にそれぞれの画像診断に必要な「撮影条件」「基本部位」「基本所見」「追加所見」「診断」などの要素（語彙）とそれらの組合せ、組合せ強度を分析し、数値的に関連付ける (Fig. 2)。
- さらにそれぞれの要素（語彙）に接頭語や接尾語を詳細要素として関連付ける (Fig. 3)。
- それぞれの要素（語彙）を上位概念でクラス分けする (Fig. 4)。

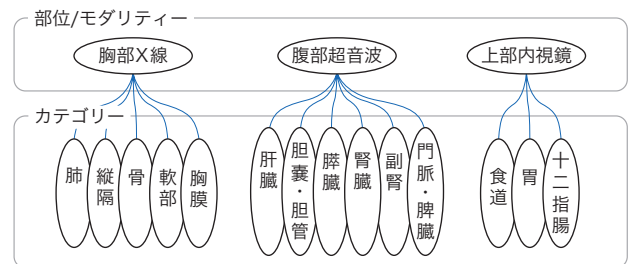


Fig. 1 The structural relationship between regions/modalities and procedures of image diagnoses (or categories).

In the diagram, the upper part includes regions/modalities such as chest X-ray, abdominal ultrasonography, and upper gastrointestinal tract endoscopy. The lower part includes three categories here, and in each of the categories, many organs and body parts are classified. The leftmost category includes lung, mediastinum, bone, soft parts, and pleura. The second category includes liver, gallbladder and bile duct, spleen, etc. The rightmost category includes esophagus, stomach, and duodenum.

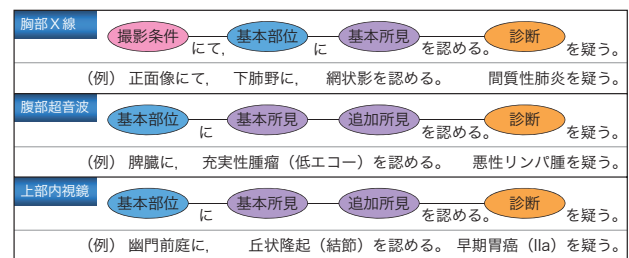


Fig. 2 The relationship between the elements (or vocabularies) relevant to each region/modality type.

In each of the three region/modality types (upper, middle, and bottom) in the diagram, the elements (or vocabularies) are related to one another.

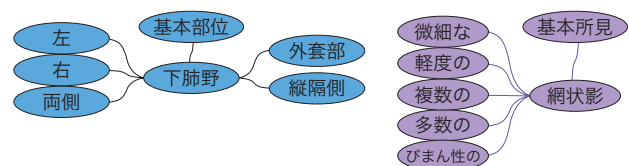


Fig. 3 How the elements (vocabularies) are related to detail elements. The modifiers as detail elements in the left side and right side columns are related to the elements in the middle column (e.g. lower lung field and reticular shadow). The modifiers are, from left top to right bottom, "left," "right," "bilateral," "minor," "mild," "several," "many," "diffuse," "lateral," and "paramediastinal."

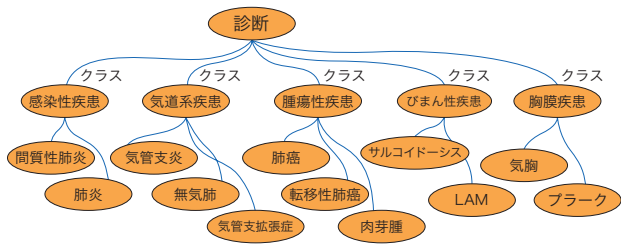


Fig. 4 Classification of the elements (vocabularies) into higher-level concepts (or classes).  
In this diagram, the elements (vocabularies) are classified into five classes.

このようにして開発してきた胸部X線における「画像診断知識ベース」のイメージを Fig. 5 に示す。大学病院に保有されている膨大な症例の知識と経験をほぼ網羅し

たデータベースを作成することができ、大学病院に保有されている膨大な症例の知識と経験をコンピュータに付与することができる。

一方で、大学病院が保有している膨大な症例の中から学習効果の高い症例を抽出し、症例画像、患者の性別/年齢、確定診断、および前述した「画像診断知識ベース」に基づき構造化された読影レポートで構成した「画像症例データベース」を作成した。

Fig. 6 にその構成例を示す。現時点でこのような構成の画像症例が、胸部X線：約500症例、腹部超音波：約150症例、上部消化管内視鏡：約150症例登録されている。「画像診断知識ベース」と「画像症例データベース」をコンピュータに実装することにより、画像診断専門医の知識と経験を効率的に利用することが可能になる。

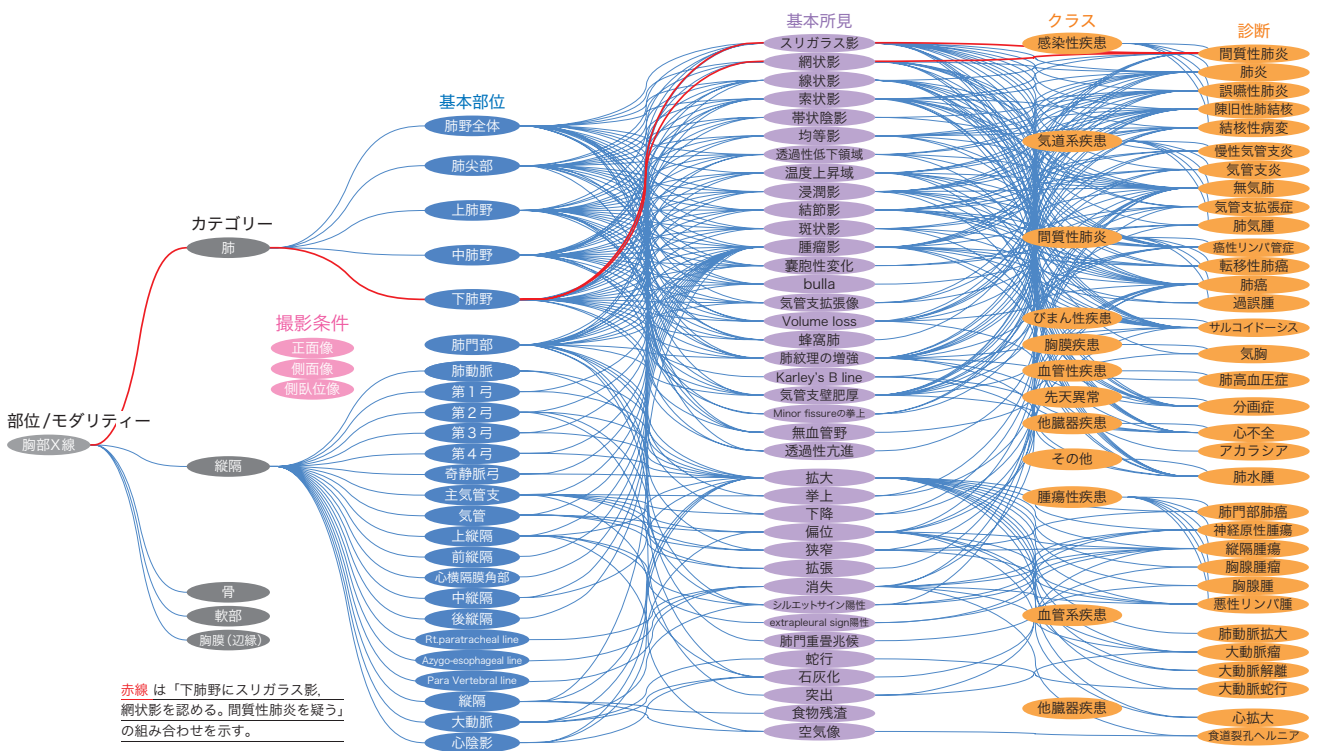


Fig. 5 A conceptual image of the “image diagnosis knowledge base” with respect to chest X-ray.  
The red line leads from “Chest X-ray” on the left side to the diagnosis “Interstitial pneumonia” on the right side, through “Lung,” “Lower lung field,” and “Reticular shadow.”

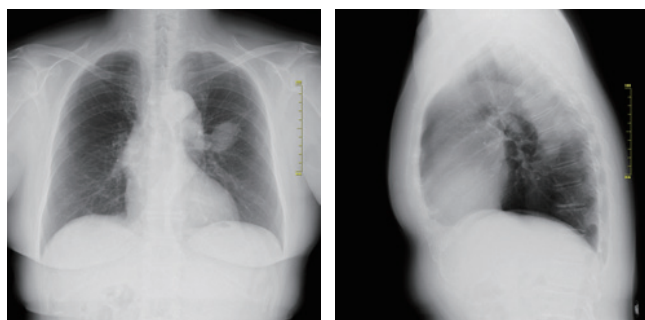


Fig. 6 An example of a “graphic case database.”  
The “graphic case database” is constituted by case images, patients’ sexes and ages, definite diagnoses, and image interpretation reports based on the “image diagnosis knowledge base.” The database includes about 500 cases of chest X-ray, about 150 cases of abdominal ultrasonography, and about 150 cases of upper gastrointestinal tract endoscopy. The example in the diagram includes two X-ray images in addition to the patient’s sex and age and the definite diagnosis shown on the right side of the diagram.

多彩な症例

大学病院の教育症例

- 患者属性：女性 70 歳
- 確定診断：左下葉肺癌
- 正面像にて、左中肺野に、径4cm大の腫瘤影を認める。側面像にて、中肺野（背側寄り）に、径3cm大の腫瘤影を認める。肺癌と考える

## 2.2 提供するサービス

我々が提供するシステムは主に以下のサービスを提供することができる。

- ・過去の症例分析結果に基づく画像診断候補一覧表示
- ・学習効果の高い画像症例検索
- ・簡易操作による所見レポート作成
- ・所見の解説や患者への説明
- ・自己の画像診断能力確認

Fig. 7 に過去の症例分析結果に基づく胸部X線画像診断における肺の画像診断候補一覧表示を示す。左から「撮影条件」「基本部位」「基本所見」「診断」の項目ごとに用語が整理されている。図は「撮影条件」に正面像、「基本部位」に右下肺野、「基本所見」にスリガラス影、網

状影を選択した状態を示している。その状態では一番右端に可能性のある「診断」がハイライトされている。さらに症例分析結果にもとづく確率がハイライトの濃淡で表現されている。このように可能性のある診断がその確率に応じて一覧表示されるので、専門医の判断プロセスを効率的に参照することができる。

次に学習効果の高い画像症例検索機能を示す。Fig. 7 の状態で「症例検索」を選択し、症例を検索した画面（症例検索結果）を次頁 Fig. 8 に示す。すなわち「撮影条件」正面像において「基本部位」下肺野に「基本所見」スリガラス影、網状影が認められる画像症例を検索した結果を示す。Fig. 8 の左欄には症例に含まれる「基本所見」「診断」が示されており、上の赤枠で示した「基本所見」にはスリガラス影、網状影以外に含まれている可能性のある基本所見が表示されている。

① 撮影条件      ▶      ② 基本部位      ▶      ③ 基本所見      ▶      ④ 診断

撮影条件	ALL	基本部位	ALL	基本所見	解説	ALL	診断	ALL
正面像	<input type="checkbox"/>	L B R 肺野全体	<input type="checkbox"/>	特記すべき所見なし	<input type="checkbox"/>		感染性疾患	<input type="checkbox"/>
側面像	<input type="checkbox"/>	L B R 肺尖部	<input type="checkbox"/>	異常陰影	<input type="checkbox"/>		肺炎	<input type="checkbox"/>
側臥位像	<input type="checkbox"/>	L B R 上肺野	<input type="checkbox"/>	びまん性のスリガラス影	<input type="checkbox"/>		誤嚥性肺炎	<input type="checkbox"/>
		L B R 中肺野	<input type="checkbox"/>	網状影	<input type="checkbox"/>		非結核性抗酸菌症	<input type="checkbox"/>
		L B R 右下肺野	<input type="checkbox"/>	線状影	<input type="checkbox"/>		閉塞性肺炎	<input type="checkbox"/>
		L B R 肺門部	<input type="checkbox"/>	索状影	<input type="checkbox"/>		ABPA(アレルギー性気管支肺アスペルギルス症)	<input type="checkbox"/>
				浸潤影	<input type="checkbox"/>		気道系疾患	<input type="checkbox"/>
				結節影	<input type="checkbox"/>		気管支拡張症	<input type="checkbox"/>
				粒状影	<input type="checkbox"/>		気管支炎	<input type="checkbox"/>
				腫瘤影	<input type="checkbox"/>		無気肺	<input type="checkbox"/>
				嚢胞性変化	<input type="checkbox"/>		部分無気肺	<input type="checkbox"/>
				Volume loss	<input type="checkbox"/>		肺気腫	<input type="checkbox"/>
				帯状陰影	<input type="checkbox"/>		肺胞蛋白症	<input type="checkbox"/>
				均等影	<input type="checkbox"/>		腫瘍性疾患	<input type="checkbox"/>
				透過性低下領域	<input type="checkbox"/>		癌性リンパ管症	<input type="checkbox"/>
				濃度上昇域	<input type="checkbox"/>		肺癌	<input type="checkbox"/>
				斑状影	<input type="checkbox"/>		びまん性疾患	<input type="checkbox"/>
				air-fluid level	<input type="checkbox"/>		間質性肺炎	<input type="checkbox"/>
				bulla(bullae)	<input type="checkbox"/>		サルコイドーシス	<input type="checkbox"/>
				気管支拡張像	<input type="checkbox"/>		LAM(Lymphangioleiomyomatosis)	<input type="checkbox"/>
				蜂窩肺	<input type="checkbox"/>		胸腺疾患	<input type="checkbox"/>
				肺紋理の増強	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>

正面像    にて、    右下肺野    に、    びまん性のスリガラス影    を認める。       を疑う。

Fig. 7 A window for a diagnosis navigation of lung with respect to chest X-ray.

In order to get possible diagnoses, a user makes a selection, from the leftmost column to the right, in "Procedure," "Basic region," and "Basic findings." In the window, "Posterior-anterior view," "Right lower lung field," and "Ground glass opacity" and "Reticular shadow" are respectively selected for "Imaging condition," "Basic region," and "Basic findings," and some possible diagnoses are highlighted in the right side column on the basis of the selection.

基本所見がどのような陰影かが理解しにくい場合は、右のレポート文に含まれている基本所見（例えば矢印で示したVolume loss）をクリックすると、次頁Fig. 9に示したVolume lossに対する所見解説を示して、指摘すべき基本所見がどのような陰影であるかの解説を行う。一方、下の赤枠で示した「診断」には間質性肺炎、肺癌、癌性リンパ管症などの症例が含まれており、診断を絞り込んで症例画像を参照することができる。

Fig. 8の症例検索結果から症例画像を選択すると、次頁Fig. 10に示すように実際の患者の診断画像と同じ大きさの画像が画像ビューアで表示される。

さらに赤枠で示した「解説を見る」をクリックすると、次々頁Fig. 11に示すようにこの症例画像に対する専門医の症例解説を見ることができる。この症例検索機能のおかげで、実際の患者画像と同じような品質の症例画像と、

それをどう読み解くのかという所見解説、症例解説を見ることができ、さらに普段接することの少ない症例画像に接することができるので、効率的に画像を読み解く能力を養うことができる。

次に、Fig. 7の画像診断候補一覧表示画面に戻って「診断」の語彙を選択すると、次々頁Fig. 12に示すように、この画面で選択した語彙を用いて自然文のレポートが生成されるので、専門医がどのようにレポートを作成するのかが理解でき、必要に応じて作成されたレポートを引用することができる。

また、次々頁Fig. 13の疾患説明シートに示すように、その診断に対する診断結果、病気に関する説明、治療方針、生活上の注意事項が、患者にも理解できるような平易な文章で出力されるので、患者への過不足のない説明内容を効率的に理解することができる。

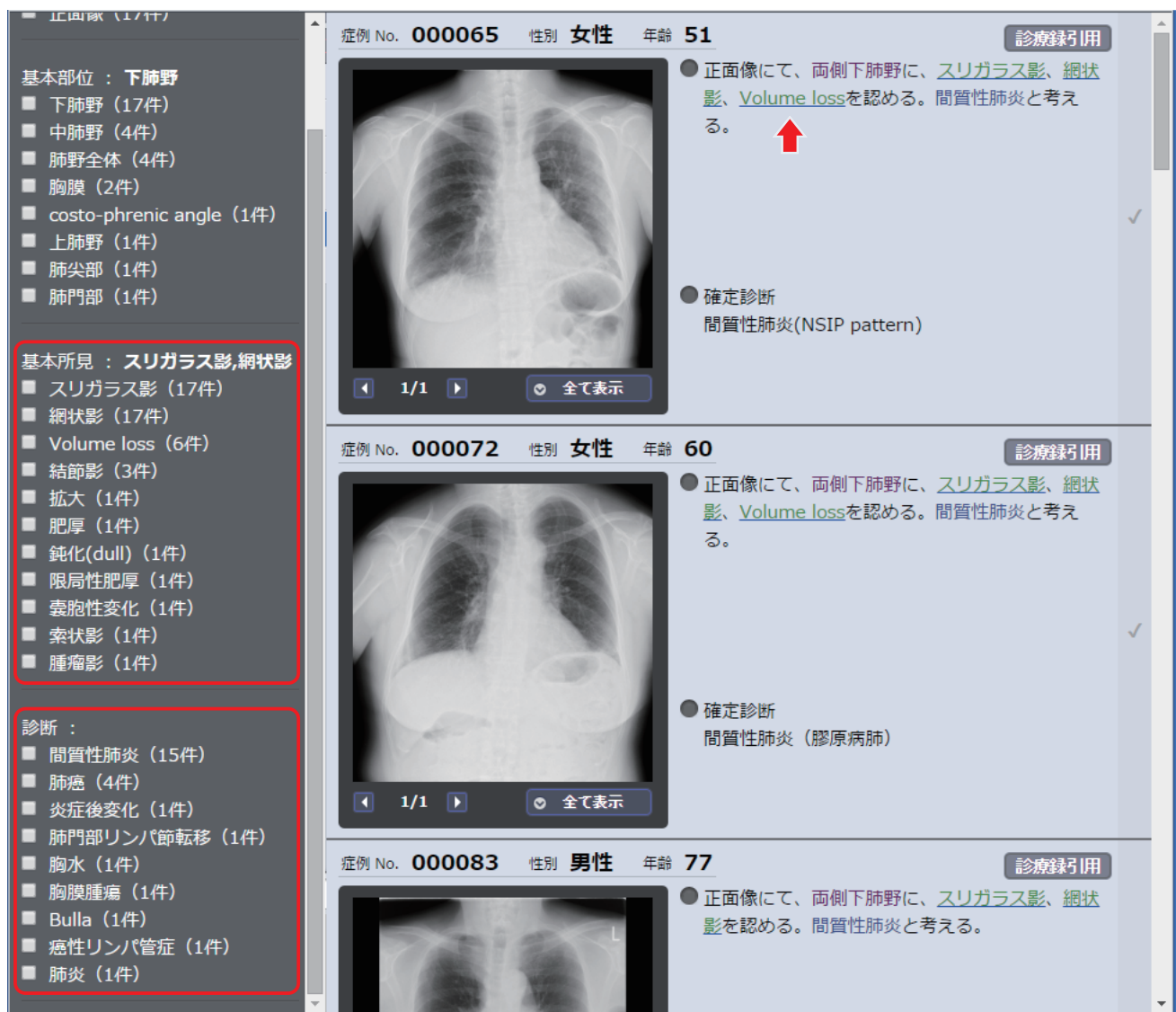


Fig. 8 The result of the case search.

This is the result of the case search if the search button clicked on the window shown in Fig. 7. In the upper red rectangle and the lower red rectangle are respectively the basic findings and the diagnoses relevant to the retrieved cases. These basic findings and diagnoses can be clicked for narrow search. The right side part of the window displays case images of the retrieved cases.

## Volume loss

肺の容積が減少している状態。容積減少に比較して肺野の濃度が減少していないものをVolume loss、濃度の上昇しているものを無気肺、無気肺よりも極端に濃度が上昇しているものを虚脱（完全無気肺）と分類することもある。

症例画像番号：281

診断：間質性肺炎

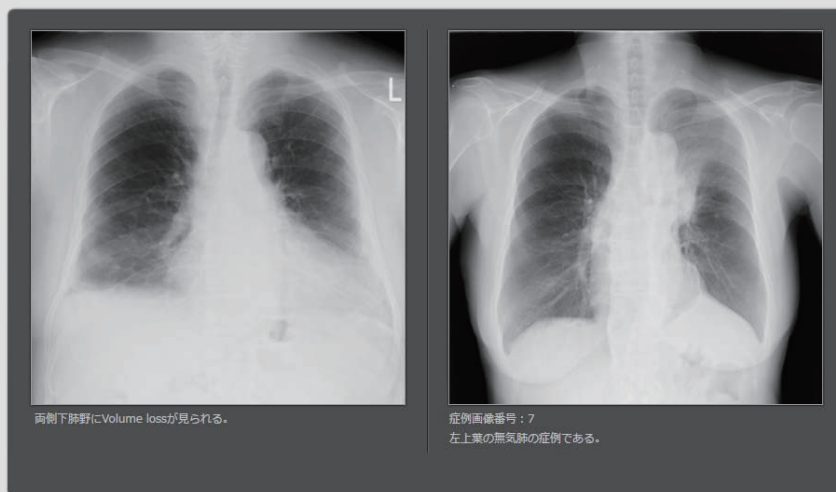


Fig. 9 A window of a description of basic findings.

The diagram shows a description about the basic findings when the link to “Volume loss” indicated by the red arrow is clicked in Fig. 8. In Fig. 9, the description about volume loss is displayed on the upper part, and case images relevant to the basic findings of volume loss are displayed on the lower part.

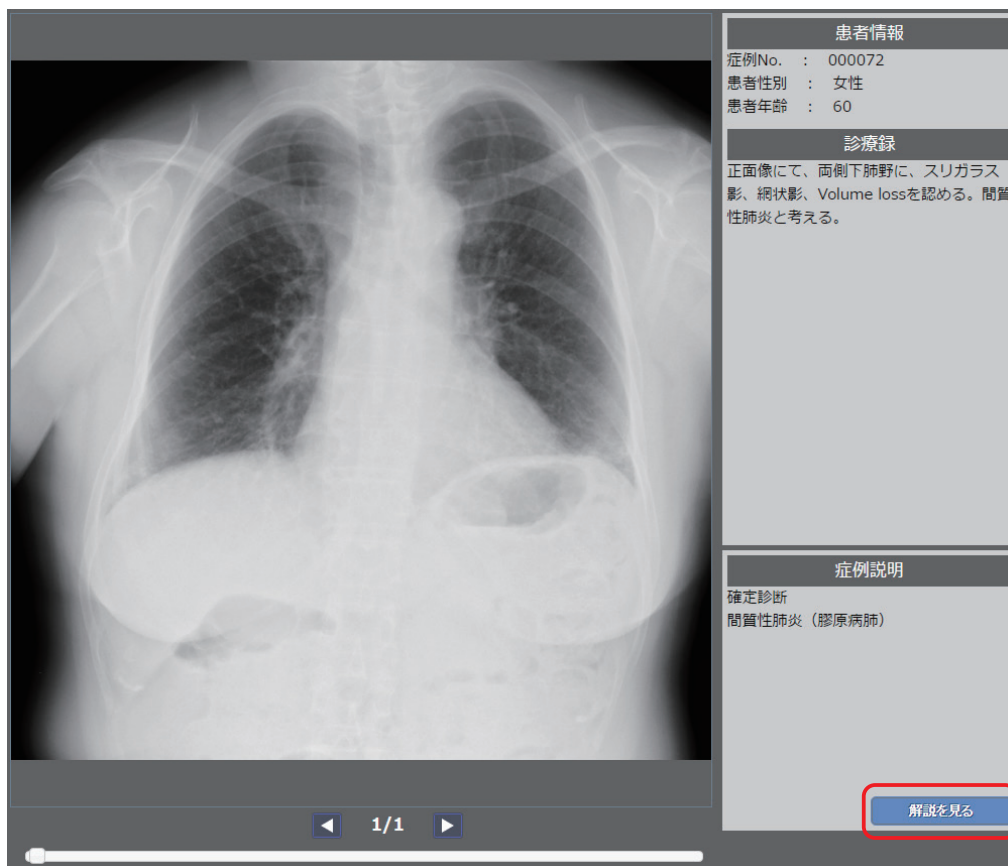


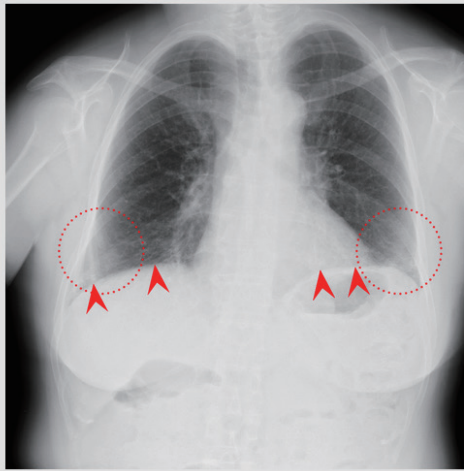
Fig. 10 An example of display of a full-size X-ray image.

If one of the case images is selected on the window of Fig. 8, its full-size image is displayed. Further, a user can click the button in the red rectangle to see a description on the case image (shown in Fig. 11). These functions help the user to effectively improve their diagnostic skills in image diagnosis.

**症例画像番号 : 000072**  
**所見 : スリガラス影、網状影、Volume loss**  
**診断 : 間質性肺炎**

正面像にて、両側下肺野に、スリガラス影、網状影、Volume lossを認める。間質性肺炎と考える。

正面像



両側下肺野末梢、胸膜直下優位に濃度上昇域が認められ、本来確認できるはずの末梢の血管影が見えない。  
 また、肺野のVolume lossに伴って横隔膜が挙上(➤)している。

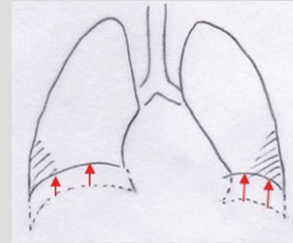


Fig. 11 A description of a case.

A detailed description of the case image of Fig. 10 is displayed. The description tells how to read the case image.

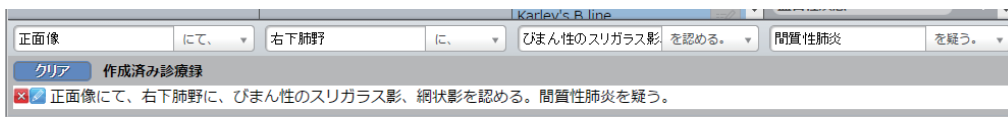


Fig. 12 A window for helping preparation of a diagnostic report.

If the "Diagnosis" button is clicked on the window of Fig. 7, a window for helping preparation of a diagnostic report is displayed. This function helps a user to learn how to prepare a report.

**症状ご説明シート：間質性肺炎**

■ 診断結果

正面から撮影したあなたの胸のレントゲン画像には、右肺の下部に、びまん性のスリガラス状に「もや」がかかったような影、網の目状の影が見受けられます。間質性肺炎であることが疑われます。

■ 病気に関する説明

私たちが吸った空気は、「肺胞」という小さな袋に運ばれ、肺胞の周囲にある「間質」という壁を通して血液中に酸素が取り込まれます。その間質に炎症を起こす病気の総称を「間質性肺炎」といいます。

間質性肺炎の原因は、膠原病（関節リウマチや多発性皮膚筋炎など）、生活習慣（喫煙など）、生活環境（アスベスト、ホコリなど）、薬剤（医薬品、健康食品など）などが考えられています。しかし、ほとんどは原因が不明であり、治療も困難な病気といえます。

間質性肺炎の多くは、数年～十数年かけてゆっくり進行するのが特徴です。初期は、息苦しさ、空咳（痰を伴わない咳）、運動時の息切れ、発熱などが、断続的または継続的に現われます。さらに進行すれば、安静時にも息切れや呼吸困難などが起こり、日常生活に支障をきたすようになります。

■ 治療方法

病気が初期で、進行が緩やかな場合は、胸部画像診断や肺機能検査を定期的に行いながら、経過を観察します。患者さんの状態に応じて鎮咳剤（咳を抑える薬）、去痰剤（痰を出しやすくする薬）を使うこともあります。

日常生活に影響がでる場合は、「在宅酸素療法」が必要になるケースもあります。これは酸素濃縮器を自宅に設置したり、小型の酸素ボンベ外出時に携帯したりして、鼻から酸素を吸入することで、血液中の酸素濃度を高める治療のことです。

間質性肺炎本体の治療としては、薬剤による治療が中心となります。現在、治療効果が認められている薬剤は、炎症を抑える「副腎皮質ステロイド剤」と免疫抑制剤の2種類があります。

■ 生活上の注意

喫煙している方は、直ちに禁煙してください。風邪やインフルエンザなどの感染症をきっかけに一気に病気が進行・悪化することがあるので、うがいや手洗い、マスクなどで感染を防ぎましょう。流行期になる前に、インフルエンザワクチンを接種しておくのも有効です。ウイルスへの抵抗力を低下させないよう、日頃の体調管理に気を配ることも大切です。症状が安定していても定期的な受診を心がけ、特に体調に異常を感じた時は速やかに医師に相談しましょう。

印刷

Fig. 13 A description sheet of disease for explanation to patients.

This sheet is used for explanation to the patients and contains from the top to bottom a diagnostic result, a description of a disease, an effective medical treatment, and daily life precautions. This description sheet helps a user to learn how to provide an appropriate explanation to patients.

次に画像診断能力の確認方法について説明する。

実際の臨床現場では患者の検査画像に認められる異常陰影についてすべて正しく認識し、指摘すべき「基本部位」、「基本所見」から「診断」すべき疾患の可能性を正しく認識し、次にとるべき方法を判断する必要がある。しかし、初学者にはハードルが高く、いきなりこのような学習を行っても学習効果が実感しにくく継続して学習するモチベーションが維持しにくい等の指摘が見られた。そこで学習方法を「基礎編」と「応用編」に分けて開発を行った。

「基礎編」では初学者でも無理なく始められるように、異常陰影について指摘すべきモードを「基本部位」「基本所見」「診断」からひとつだけ選ぶことができるようにした。さらにそれぞれのモードは難易度が★1つから★5つまで5段階で10問ずつの問題群に分かれており、利用者が難易度を選択できるようにした。例えば、難易度を低

く設定した問題では紛らわしい選択肢が混在しないように、解答すべき選択肢の候補を「画像診断知識ベース」に基づき絞り込み、初学者でも無理なく始められるように工夫した。さらに、指摘すべき異常陰影もなるべく一問一答となるように取捨選択した。さらに問題群それぞれについてユーザー個人の正解率と全体平均の正解率が表示され、学習目標の目安がわかるようにした。

Fig. 14 は異常陰影の場所を解答し、答え合わせを行った結果である。解答を選択して「答え合わせボタン」をクリックすると正解、不正解が○×で表示され、症例解説を確認することができる。

また「テーマ別問題」として、学習したい「基本所見」や「診断」を集中的に学習できるように、問題の選択を行うことができるような学習方法も用意した。

「応用編」では実際の臨床現場で要求されるように、表示された検査画像に対して「基本部位」「基本所見」「診

The screenshot shows a training window titled "異常陰影の場所を学習する" (Learn the location of abnormal shadows). The difficulty is set to "★★" and it is question 7 of 10. The main area displays a chest X-ray with four red arrows pointing to abnormalities in the lung bases. A text box above the X-ray states: "正解は両側 肺門部です。" (The correct answer is both sides of the lung hilum). To the right of the X-ray is a list of options: "心陰影", "気管", "両側 肺門部", and "下肺野". The "両側 肺門部" option is selected and highlighted. Below the list, a progress indicator shows "連続正解数: 1問突破!!" (Consecutive correct answers: 1 question breakthrough!!) and "今回正解数: 3問/10問中" (This time correct answers: 3 questions out of 10). A "次の問題へ" (Next question) button is at the bottom right. A "解説" (Explanation) button is located above the X-ray. Text above the X-ray reads: "症例画像番号: 154", "所見: 拡大", "診断: サルコイドーシス", and "正面像にて、両側肺門部に、拡大 (▶) を認める。サルコイドーシスと考える。" (In the frontal view, enlargement (▶) is observed in both lung hilum areas. Consider sarcoidosis).

Fig. 14 A window used to train a basic level user.

If a user simply makes a selection, in the right side list, of a part that they think is abnormal, the correct answer is displayed with a literal description and red arrows.



断」すべてについて解答するように出題することができる。Fig. 15 に出題と解答画面を示す。画面上部に症例画像、下部に解答欄、右側に語彙の選択肢が表示される。ユーザーは語彙を選択し答え合わせを行う。不正解の場合は正解を確認するとともに、専門医がその画像をどのように読み解くのかについて解説した症例解説を確認してから「次の問題」に移る。

「応用編」では、ユーザーの特性や能力にあわせて出題を最適化する設定も可能である。理解すべき症例は「基本所見」の個数や難易度によって入門、初級、中級、上級に分類し、出題される問題の難易度を設定できる。さらにヒント機能として解答時にカテゴリーをナビゲーションしたり、問題解答画面に「基本部位」「基本所見」「診断」の中の2つまであらかじめ正解を表示しておくことができる。一方、実際の診断においては「異常が認められない」症例も多く存在するので、必ず特筆すべき所

見が存在するという先入観で解答することを避けるために、数十例の「正常」と判断すべき症例を混在させている。問題を出題する際にあらかじめ異常が認められるか否かを確認し、解答者が正しい判断を行うことができるかどうかを確認できるようになっている。

ユーザーの学習意欲を維持向上させるためには、どこまで学習が進捗しているのかについて可視的に把握することが必要である。そこで「1回の解答で正解した問題数」「やり直して正解した問題数」「不正解(答え合わせをしても正解できなかった問題数)」をグラフで表示する。またシステムを利用しているユーザーにおけるランキングを表示することにより学習意欲が維持できるように工夫した。

なお、これまで胸部X線を例に述べてきたが、同様なサービスが腹部超音波でも上部消化管内視鏡でも利用することができる。

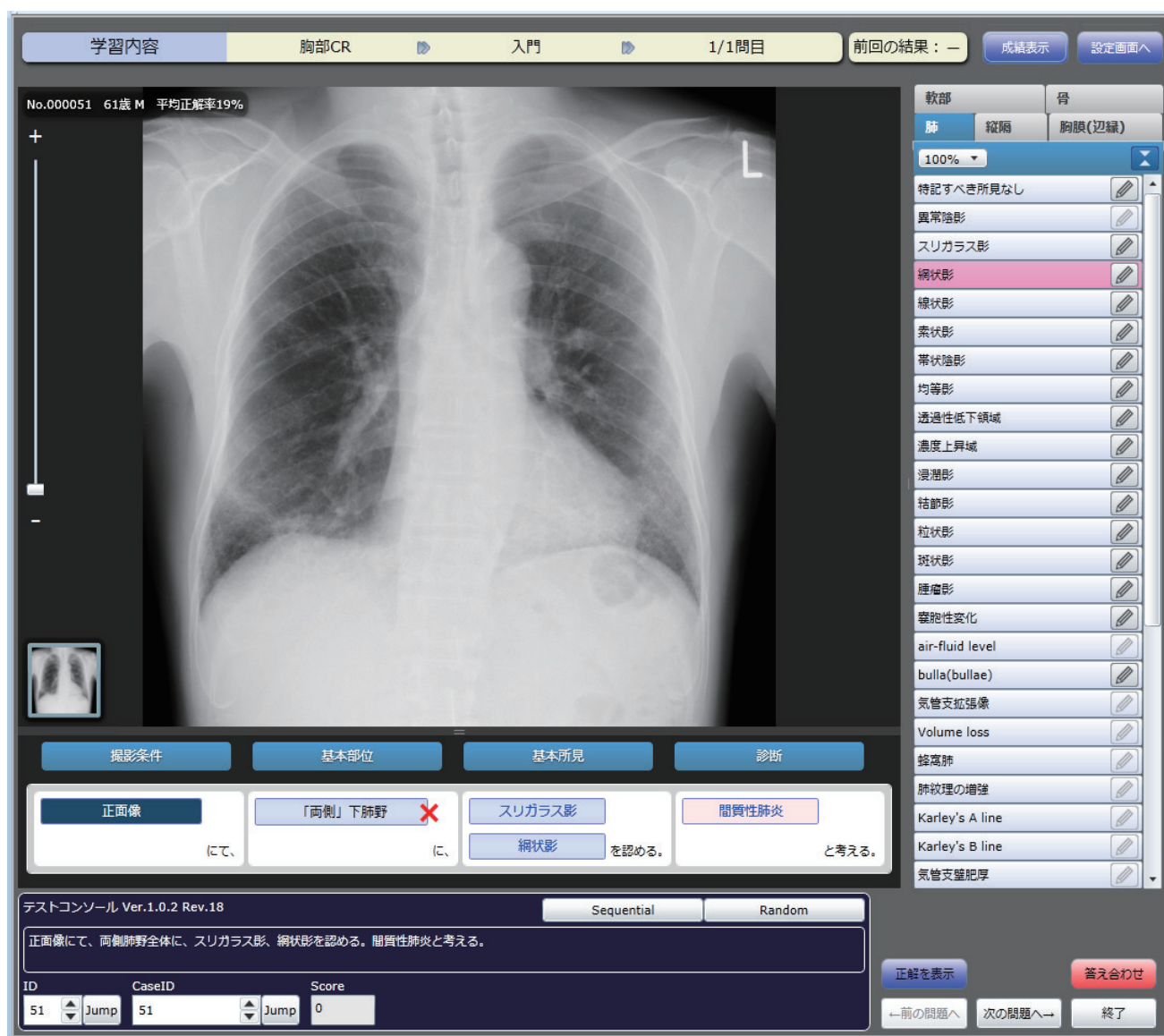


Fig. 15 A window used to train an advanced level user.

A user has to make a plurality of selections such as basic region, basic findings, and diagnosis.

### 3 評価結果

開発したシステムを用いて、これまでに以下に述べるような様々な評価を行ってきた。

放射線科において胸部単純X線撮影における実際の症例を用いて、専門医が本システムを利用してレポートの作成を行ったところ、正しくレポートが作成できると同時に、12.5%の時間短縮が可能であった<sup>8)</sup>。本システムで正しいレポートが効率的に作成できることが確認できた。

次に画像診断における学習効果を確認するために、医学部の学生6名、初期研修医3名で上部消化管内視鏡についてモニター評価を行った。その結果、被験者の67%が学習効果を認め、継続利用を希望した。

最後に診療放射線技師を目指す学生（学部4回生と修士2回生）でも学習効果が見られるかの評価を実施した。厚生労働省医政局長から各都道府県知事に通知されている「チーム医療の推進」<sup>2)</sup>では、診療放射線技師が読影の補助を行うことが明記されている。したがって少なくとも異常陰影に対して正しく判断できるスキルが必要と考え、異常陰影に対して正しく「基本部位」を指摘できるかどうかのテストを実施した。テスト方法は10名の学生に対して、スリガラス影、結節影、腫瘤影に限定して前述した応用編の入門、初級の問題を30問テストし、その後本システムの画像診断能力の確認方法以外の機能を用いて学習するという方法を3回繰り返した。その結果、最初は半分以下の正解率であったが3回目には80%程度まで正解率が向上することが確認できた。さらに6名の学生に対して基礎編を用いて行ったテストでも、最初は半分以下の正解率であったが、3回目には80%程度まで正解率が向上することが確認できた。

今回、診療放射線技師を目指す学生に対しては「基本部位」に限定してテストを行ったが、実際の臨床現場では医師が疑わしい診断を示唆して撮影依頼をオーダーすることもある。そのため診療放射線技師にとってもどのような「診断」のときにどのような「基本所見」を指摘しなければならないのかという知識が要求される。本システムは「基本部位」「基本所見」「診断」について学習することができ、診療放射線技師にとっても有効な学習手段になることが確認できた。

### 4 考察

現在は上記評価を踏まえて、実際の臨床現場で使っていただくべく、大学病院2施設、一般病院12施設、診療所11施設でモニターを実施している。その中の意見として

- ・画像診断候補の一覧表示は見落としを無くすのに有効
- ・普段網羅できないような症例や進行度別の症例があるので有効

などの肯定的な意見がある一方で、

- ・院内PACSと連携させて欲しい
- ・電子カルテと連携させて欲しい

といった要望も寄せられており、臨床現場で有効に利用するためには他システムとの連携が必要であるということがわかる。

またログを解析すると、ユーザーにより利用頻度に大きなばらつきがあることもわかってきた。この原因は

- ・施設によって画像診断の頻度が大きく異なり、画像診断の頻度が少ない施設や、診療所など診断に悩むようなケースが少ない施設では利用頻度が少ない。
- ・画像診断を行う必要のある医療従事者の中でも画像診断に対する興味やモチベーションに大きなバラつきがある。
- ・多忙であり画像診断の習得に時間が避けない。

などの理由が存在することがわかってきた。しかし、たとえ頻度が少なくても、医療現場で画像診断を行う以上は正しく画像診断を行う必要があるため、本システムの提案方法も含めて、各学会や技師会と連携して、日頃からモチベーションを高めるように周辺環境からの仕組みも構築していく必要があることがわかった。

### 5 結論

セマンティック・ウェブ技術を応用して「画像診断知識ベース」および「画像症例データベース」を開発し、それらを利用して画像診断の習得をナビゲーションするシステムを構築した。このシステムはWebサービスを通じて「画像診断専門医の知識と経験」をすぐに参照することができるのと同時に、効率的に画像診断能力の向上を図ることが可能である。

開発したシステムについて医学生、研修医および診療放射線技師を目指す学生に実際に使っていただき学習効果の確認を行うと同時に、実際の臨床現場である、大学病院2施設、一般病院12施設、診療所11施設でも使っていただき課題の抽出を行った。その結果、画像診断の学習効果について良好な結果が得られた一方で、PACSなど他の院内のシステムとの連携に対する要望をいただいた。今後はシステムの改良と平行して、実際の臨床現場で継続して使っていただくための環境整備を平行して行っていく予定である。

### 謝辞

本稿で述べてきた「画像診断知識ベース」「画像症例データベース」および応用システムは、NPO法人メディカル指南車 (<http://www.medicalshinansha.or.jp>) との共同開発の成果である。NPO法人メディカル指南車の理事、監事の方々、また実際に「画像診断知識ベース」、

「画像症例データベース」および応用システムの開発に携わってこられた運営委員，職員の方々，監修を行っていただいた専門医の先生方に深く感謝の意を表します。

#### ●参考文献

- 1) 中島康雄，今村恵子，小林和子，山田 恵．諸外国における放射線科医の実態調査．日本放射線科専門医会・医会誌2007晩秋；161: 12-13.
- 2) 厚生労働省．医政発0430第1号 医療スタッフの協働・連携によるチーム医療の推進について．平成22年4月30日．  
<http://www.mhlw.go.jp/shingi/2010/05/dl/s0512-6h.pdf>
- 3) 笹井浩介，石井美香，阿部信吉，三原直樹，仲野俊成，打田佐和子，仲島信也，平松治彦，黒田知宏，玉川裕夫，朴 勤植，松村泰志，宮本正喜．画像診断知識ベースを利用した画像診断支援システムの開発．第35回医療情報学連合大会論文集．日本医療情報学会，2015: 1292-1295.
- 4) 笹井浩介，仲島信也，打田佐和子，石井美香，片岡住美佳，朴勤植．腹部超音波における画像診断eラーニングの開発．第34回医療情報学連合大会論文集．日本医療情報学会，2014: 1052-1055.
- 5) 笹井浩介，仲野俊成，石井美香，網屋充世，宮本正喜．上部消化管内視鏡における画像診断eラーニングの開発．第33回医療情報学連合大会論文集．日本医療情報学会，2013: 1308-1311.
- 6) 笹井浩介，三原直樹，藤原理恵，網屋充世，宮本正喜，松村泰志．胸部単純撮影における画像診断学習システムの開発．第32回医療情報学連合大会論文集．日本医療情報学会，2012: 1504-1507.
- 7) 三原直樹，笹井浩介，富山憲幸ら．胸部単純写真読影における自己学習用システムの構築．第31回医療情報学連合大会論文集．日本医療情報学会，2011: 576-579.
- 8) Y Hasegawa, Y. Matsumura, N. Mihara et.al. Development of a System that Generates Structured Reports for Chest X-ray Radiography. *Methods of Information in Medicine* 4/2010: 360-370.
- 9) 川上洋一，安永 晋，笹井浩介ら．症例データベースから抽出した医学的知識のレポートシステムへの応用．第25回医療情報学連合大会論文集．日本医療情報学会，2005: 962-965.
- 10) 川上洋一，松村泰志，笹井浩介ら．レポートシステムにおけるRDFの応用．*医療情報学* 2005; 25, 6: 421-429.