

図1 左肺S6に8mmのpureGGNを認めた。

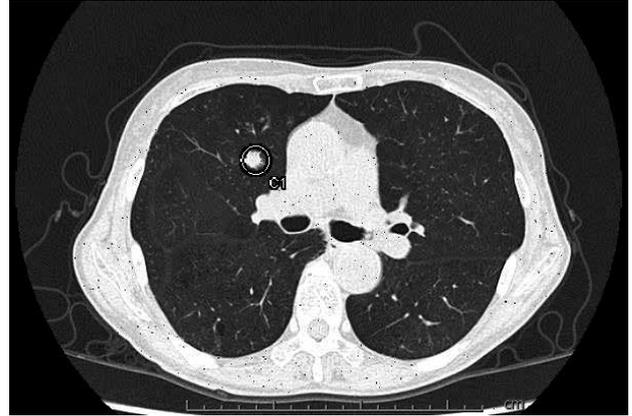


図2 左肺上葉に10mmの辺縁分葉系の充実性腫瘤を認めた。

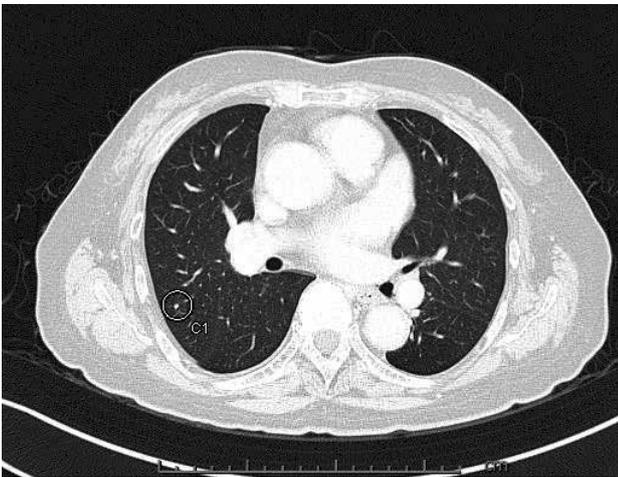


図3 LungCADにて右肺の結節を指摘。縦隔条件では全体に石灰化を認め、良性(陳旧性肉芽腫疑い)と判断した。

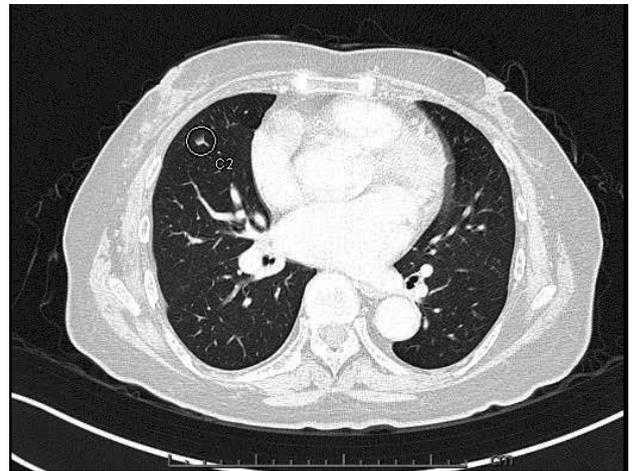


図4 LungCADにて中葉、葉間胸膜に接する多角形の結節を認めた。部位、形態から良性(肺内リンパ節)と判断した。

AIが検出した結節の実例を提示する(図1~4)。

AIが「結節」として検出する候補は放射線科医からみても精査、経過観察を要する結節もあるが、画像所見から明らかに良性であると推定されるような結節も混在している。陳旧性肉芽腫を考える中心に点状の石灰化を有する結節や粗大な石灰化、石灰化のみからなる小結節¹⁾、肺内リンパ装置や胸膜直下の限局性無気肺を考える胸膜直下や末梢の小葉間隔壁に連続する輪郭/線状影を伴った角ばった結節²⁾もLungCADにおいては「結節」として検出された。今回の検討時点では遭遇していないが、過誤腫として経過観察不要な脂肪や石灰化を有する結節¹⁾も「結節」として検出することが想定される。

昨今のdeep learningを用いたAI補助では結節の検出基準はユーザー側からは明瞭ではない。当院で使っているLungCADでも時折、肺結節以外の構造を「結節」として検出する場合もみられた。肺結節以外の構造

としては人間が読影する際にも結節との鑑別を要する粘液栓や末梢の肺血管を検出する場合もあるが、通常人間の読影では結節として検出することのない、心臓や骨、腹腔内の消化管内容物など肺結節以外の構造を「結節」として検出する場合もみられた(図5~10)。

LungCADはメーカーの推奨ではびまん性の間質性疾患、びまん性の軌道疾患、重症肺炎、広範な肉芽腫性疾患、開胸術歴あり、肺実質を含む放射線治療歴ありの症例は使用対象外とされている。

当院では全症例の肺画像を対象としているため、これらのメーカー推奨外の症例も多く含まれている。これらの症例においてもこれまでのところ肺結節の検出能は比較的良好でAIが検出した領域以外の全肺を読影していることもあり、推奨外の症例でのAI使用が臨床問題となったことはない。

実際の検出される「結節」の内訳について筆者の

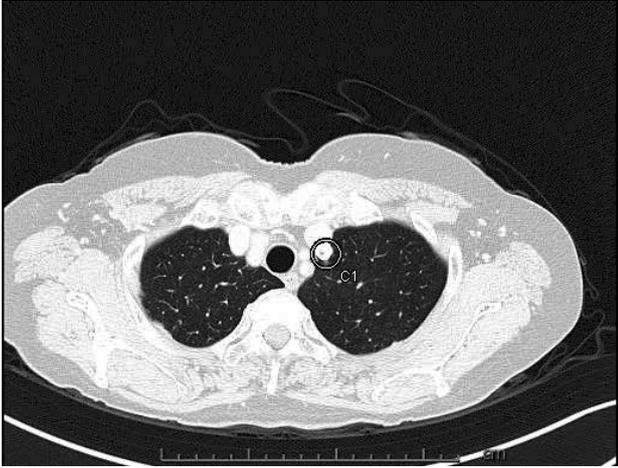


図5 左腕頭静脈の一部を肺結節として認識した。



図6 横行結腸の内容物を肺結節として認識した。

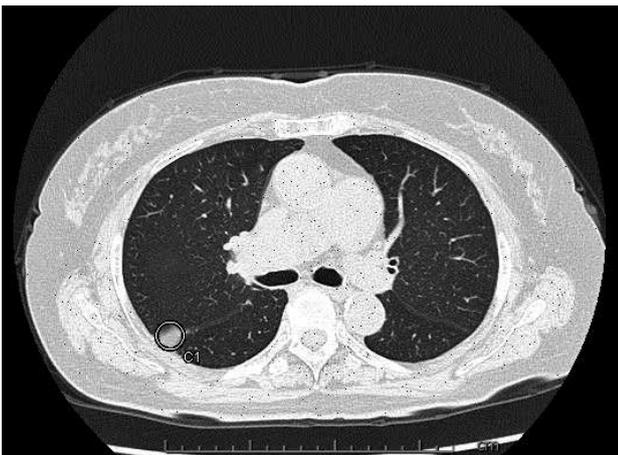


図7 左葉間の胸膜下脂肪を肺結節として認識した。

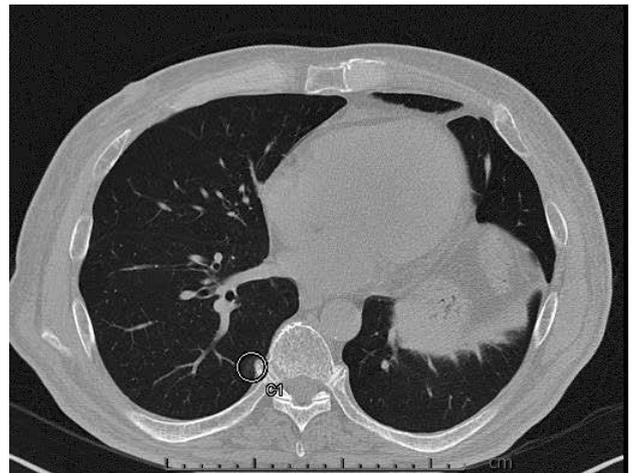


図8 骨(肋骨関節)を肺結節として認識した。

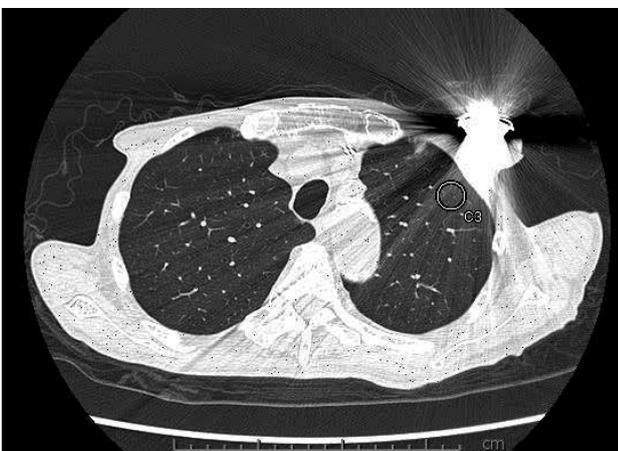


図9 左前胸部に留置されたペースメーカーによる金属アーチファクトの一部を肺結節として認識した。

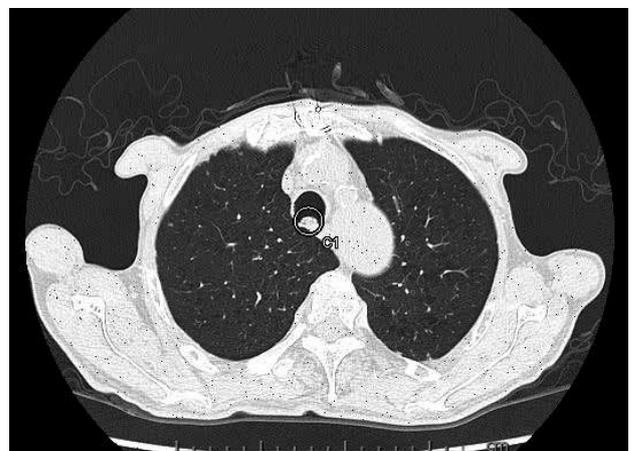


図10 気管内腔の喀痰を肺結節として認識した。

表 2

		既往	要鑑別	悪性	良性	良性の内訳	結節以外	結節以外の内訳	見落とし	見落としの内訳
症例 1	50 代男性	前立腺癌	1				1	奇静脈		
症例 2	70 代女性	子宮頸がん肺転移		13						
症例 3	70 代女性	胃癌腹膜播種					2	葉間胸水, 血管		
症例 4	50 代女性	子宮体癌術後								
症例 5	40 代女性	甲状腺癌術後			1	線状瘢痕				
症例 6	60 代男性	脳出血, 感染性心内膜炎			1	肺内リンパ装置				
症例 7	50 代男性	DLBCL			2	多角形小結節影				
症例 8	60 代女性	乳癌術後			1	肺内リンパ装置				
症例 9	70 代男性	大動脈瘤術後								
症例 10	60 代女性	甲状腺癌術後								
症例 11	50 代男性	直腸癌術後			2	多角形小結節影, 肺内リンパ装置				
症例 12	40 代男性	大腸癌術後			1	石灰化結節				
症例 13	50 代女性	大腸癌術後, 肺転移術後								
症例 14	60 代男性	前立腺癌							1	石灰化結節
症例 15	70 代女性	大腸癌			2	多角形小結節影, 肺内リンパ装置	1	骨棘		
症例 16	70 代男性	膀胱癌治療中			2	気管支炎, 多角形小結節影				
症例 17	70 代男性	前立腺癌								
症例 18	50 代男性	S 状結腸癌術後			3	瘢痕, 肺内リンパ装置				
症例 19	70 代男性	胃癌術前	3		7	瘢痕 1 ヶ所, 肺内リンパ装置 6 ヶ所				
症例 20	70 代男性	胃癌, 大腸癌術後			4	気管支肺炎				
症例 21	80 代男性	閉塞性動脈硬化症					1	血管	1	多角形小結節影
症例 22	80 代男性	閉塞性動脈硬化症	1		2	石灰化	1	血管		
症例 23	80 代男性	喘息	1		2	多角形小結節影, 石灰化	1	無気肺	1	石灰化結節
症例 24	40 代女性	乳癌術後								

2022 年 12 月某日の読影した胸部を含む 24 症例の結節を上げる (表 2)。

良悪の鑑別を要する結節影は 24 症例中 4 症例, 6 つの結節が検出された。24 症例中 13 症例で良性と推測される 30 の結節を検出し, 大部分は肺内リンパ装置や多角形小結節影であり, 一部は全体に石灰化を伴った数 mm の結節であった。結節以外の構造は計 7 か所検出され, 血管や葉間胸水, 骨棘などを「結節」として検出した。見落としは 3 か所あったが, いずれも石灰化や多角形の結節で悪性を疑う結節の見落としは認めなかった。

具体例として挙げたのは 1 日分のみだが, AI の検出する肺の結節は当院のこれまでの経験では陳旧性肉芽腫疑いの石灰化病変や肺内リンパ装置疑いの多角形の結節がかなり割合を占めていた。

これらの経過観察のみ, あるいは精査不要とされる結節も「結節」として検出されており, AI が検出した「結節」をすべて精査対象とすることは妥当でないと考ええる。

導入当初 AI に依存することで AI が検出できなかった結節を見落とす可能性も危惧していたが, ソフトウエ

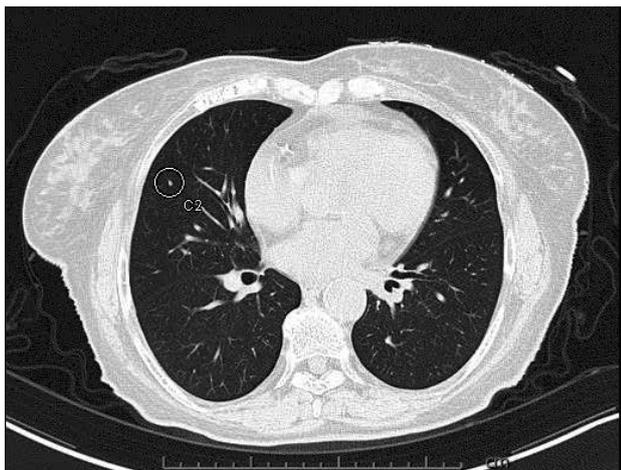


図 11 中葉の数 mm の小結節影は検出されたが、左肺底の同様の小結節影は検出されなかった。

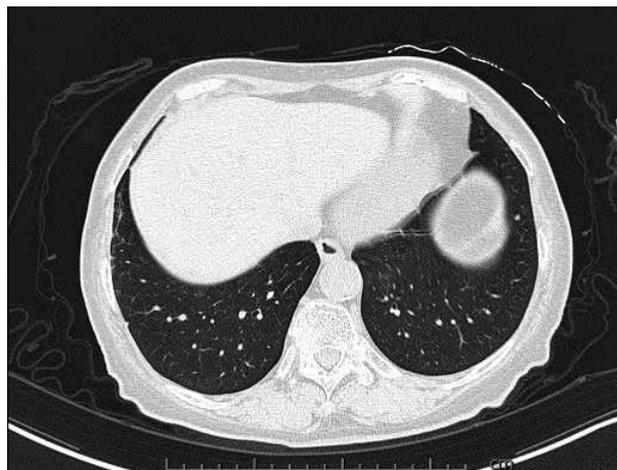


図 12 中葉の数 mm の小結節影は検出されたが、左肺底の同様の小結節影は検出されなかった。

アは異なるが、Yaping Zらの報告³⁾でも高い検出感度が報告されており、LungCADのマニュアルでも充実性結節の感度93.1%、充実性及びsubsolid結節の感度87.2%、平均偽陽性率2.1%と高い感度が示されている。当院の経験でもこれまでのところ肺結節の検出能力は高く、臨床的に問題になる見落としはほとんどないと思われる。前述の筆者の経験症例では単一読者による実臨床症例の読影で偽陰性を過小評価している可能性はあるが計算上、結節当たりの感度は94.2%、症例ベースでは94.1%と高い感度が得られた。症例ベースで検討すると結節を見落とし、結節以外の構造を検出した症例が1症例ありこれを陽性と振り分けると感度94.1%、偽陰性とする感度88.2%となった。症例ベースの偽陽性率は14.2%とメーカーの記載に比べ高い値を示した。偽陽性は多いものの、診断専門医の読影では多断面での観察、画像表示条件の調節などで容易に肺結節でないことを確認できた。多発結節の一部を検出しないことはたびたび経験されるが、そのほかの病変を同時に検出しており、これまで問題となったことはない。しかしながら、見落としがないという保証はなく、一方で肉眼的には明らかな結節であってもまれにAIが検出しない場合もあり、AIで検出される病変がなくとも、肺結節の有無、性状について医師による全肺の評価は必要と思われる(図11, 12)。

肺結節のマネージメントでは転移性肺腫瘍の可能性を考慮する必要がある悪性腫瘍の既往⁴⁾、肺癌のリスク因子である喫煙者、肺気腫や間質性肺炎¹⁾の有無なども考慮する必要があるが、AIの結節検出においては当然肺外の病変、既往歴は考慮されず、胸部CT読影で指摘可能なリスク因子である肺気腫や間質性肺炎の合併も考慮さ

れていない。転移性肺腫瘍においては原発巣の部位、組織型によって肺転移の画像上の特性が異なることもたびたび経験され、原疾患によっては典型的な類円形の結節でなくとも転移を強く疑う必要も生じるが、本AIは結節の検出のみでこれらを考慮した転移の可能性を検討することはできない。結節の増大³⁾の有無、速度も悪性を疑う根拠になるが、現時点では当院ではAIの解析対象となっていない。

これまでの経験ではサルコイドーシスなどのびまん性肺疾患や気管支肺炎、非結核性抗酸菌症に伴う結節影、粒状影もAIは「結節」として検出する。

これらの疾患においては個々の結節の検出よりも多発結節の分布が上葉、肺尖主体なのか、中葉や舌区が主体なのか、中枢側で目立つのか、末梢で目立つのか、気管支に沿った広がりを示すのか、小葉中心性分布、リンパ路性分布、ランダム分布といった既存の解剖学的な構造との関連、併存する気管支病変や胸膜病変の有無、石灰化の有無や以前の画像と比較しての経時的な変化などから診断、増悪の有無などを判断するため、本AIによる「結節」の検出のみでは十分な診断には至らず、従来通り医師による読影が必要と考える。

胸部CTで評価される疾患は結節以外にも肺血栓塞栓症や大動脈瘤、解離といった大血管疾患、縦隔病変、心拡大の有無や冠動脈、大血管の石灰化といった動脈硬化の評価、椎体や肋骨といった骨病変など多岐にわたり、肺結節の検出AIのみでは読影業務を代替することは不可能である。

LungCAD導入経験について考察した。

導入にあたり、撮影プロトコールの一部変更を要した。LungCADの検出画像は自動作成、転送に設定して

いるが、時折転送されない不具合があるもののそのほかは大きなトラブルはなく経過している。

LungCADのみでは胸部CTの読影を代替することはできないが、これまでの経験では肺結節の検出において前述のごとく実臨床症例の検討でも結節当たりの感度94.1%、症例当たりの感度88.2%と高い感度があり、読影の補助、負担の軽減に活用している。偽陽性の多さに加え、検出される「結節」には精査、経過観察不要の構造も多く含まれ、従来の結節を探すよりも良性の結節や、偽陽性の除外をすることが必要になっている。

現在は今回撮影した画像からの「結節」の検出のみに用いているが、仕様上は結節の増大、縮小の評価など比較機能もあり、今後導入を検討している。

文 献

- 1) MacMahon H, Naidich DP, Goo JM, et al : Guidelines for Management of Incidental Pulmonary Nodules Detected on CT Images : From the Fleischner Society 2017. *Radiology* **284** : 228-243, 2017.
- 2) Wang CW, Teng YH, Huang CC, et al : Intrapulmonary lymph nodes : computed tomography findings with histopathologic correlations. *Clin imaging* **37** : 487-492, 2013.
- 3) Yaping Z, Beibei J, Lu Z : Lung Nodule Detectability of Artificial Intelligence-assisted CT Image Reading in Lung Cancer Screening. *Curr Med Imaging* **18** : 327-334, 2022.
- 4) 低線量CTによる肺がん検診の肺結節の判定基準と経過観察の考え方 第5版 2017年10月改訂, 日本CT検診学会.
- 5) Ather S, Kadir T, Glesson F : Artificial intelligence and radiomics in pulmonary nodule management : current status and future applications. *Clin Radiol* **75** : 13-19, 2020.

1) MacMahon H, Naidich DP, Goo JM, et al : Guidelines for Management of Incidental Pulmonary Nodules