

厚生労働省労働基準局安全衛生部労働衛生課編

じん肺診査ハンドブック

目 次

I じん肺の病像

- 1 じん肺の定義
- 2 じん肺の種類
 - 【付】じん肺と肺気腫
 - 3 じん肺のエックス線写真像、CT像と病理所見との関連について
 - (1) けい肺
 - (2) 石綿肺
 - (3) 炭坑夫じん肺
 - (4) 溶接工肺
 - (5) その他のじん肺
 - 4 じん肺の合併症・続発症
 - (1) 続発性気管支炎
 - (2) 続発性気管支拡張症
 - (3) 続発性気胸
 - (4) 原発性肺がん

II じん肺健康診断の方法と判定

- 1 じん肺健康診断の体系
 - (1) じん肺健康診断時の項目
 - (2) じん肺健康診断の種類、対象労働者及び実施時期
- 2 粉じん作業についての職歴の調査
- 3 エックス線撮影検査及びエックス線写真の読影
 - (1) エックス線撮影法
 - (2) じん肺陰影の特徴
 - (3) じん肺エックス線写真像の分類
 - (4) じん肺標準エックス線写真の概略と使用法
 - (5) じん肺の合併症・続発症の評価におけるCT検査の有用性
 - (6) じん肺の鑑別診断におけるCT検査の有用性
- 【付】じん肺審査におけるCT検査の位置づけ
- 4 胸部臨床検査
 - (1) じん肺の経過の調査
 - (2) 既往歴の調査
 - (3) 自覚症状の調査
 - (4) 他覚所見の検査
- 【付】問診票
- 5 肺機能検査

(1) 肺機能検査の体系	.....
(2) 1次検査の内容と方法	.....
(3) 2次検査の内容と方法	.....
【付1】LMS法を用いたスパイログラムの基準値	.....
【付2】じん肺における肺機能評価に関する改訂の変遷	.....
(4) じん肺の肺機能の特徴	.....
6 合併症に関する検査	.....
(1) 肺結核	.....
(2) 結核性胸膜炎	.....
(3) 繰発性気管支炎	.....
(4) 繰発性気管支拡張症	.....
(5) 繰発性気胸	.....
(6) 原発性肺がん	.....
7 その他の検査	.....
(1) 心電図検査	.....
(2) 心エコー	.....
【付】「じん肺健康診断結果証明書」(様式第3号)への記載に当たっての留意点	.....

III 健康管理のための措置

1 「じん肺管理区分」決定の流れ	.....
(1) じん肺管理区分とは	.....
(2) じん肺管理区分の決定申請について	.....
(3) じん肺管理区分決定までの流れ	.....
2 健康管理のための措置	.....
(1) 一般的措置	.....
(2) じん肺管理区分に基づく措置	.....
3 離職後のじん肺有所見者の健康監視	.....

【付】1. 参考図書・文献・通達	.....
2. じん肺法、関係政省令	.....

I じん肺の病像

I じん肺の病像

1. じん肺の定義

じん肺(Pneumoconiosis)という用語は、Zenker(1866)の提唱によるもので、「粉じんを吸入することによって起こる肺の病変」¹⁾をじん肺と定義した。

Wilson (1909)は、「じん肺とは、種々の工業的粉じんを習慣的に吸入することによって生ずる肺の散布性結節性増殖である」²⁾と定義した。これは、粉じんが単に肺に沈着しているだけではなく、その局所において生体に反応を起こしたものでないとじん肺と呼ばないことを明らかにした点ですぐれているとされる。

じん肺の病像、起因粉じん等についての研究の進展を踏まえて、1971年にブカレストで開催された第4回国際じん肺会議では、じん肺は、「肺内の粉じん集積が存在することに対する組織反応(the accumulation of dust in the lung and the tissue reactions to its presence)」と定義されている。

日本では、昭和30(1955)年制定の「けい肺及び外傷性せき齶障害に関する特別保護法(昭和30年法律第91号)」において、けい肺の定義がなされている。それによると、けい肺は、「遊離けい酸じん又は遊離けい酸を含む粉じんを吸入することによって肺に生じた線維増殖性変化の疾病」と定義されている。また、けい肺に合併した肺結核も「けい肺」に含めて保護の対象とすることを明記している。

昭和35(1960)年に制定された「じん肺法(昭和35年法律第30号)」のじん肺の定義では、じん肺の病像を明記していないが、行政解釈では「鉱物性粉じんを吸入することによって肺に生じた線維増殖性変化の疾病」としており、じん肺法においては、合併した肺結核もじん肺に含めている。

その後、細気管支～肺胞レベルの病変の形態学的把握、Fletcherらによる慢性細気管支炎の定義を用いた粉じんばく露労働者及びじん肺有所見者の呼吸器症状有症率の実態解明、肺生理学、肺機能検査法の進歩による細気管支～肺胞レベルでの肺機能障害の把握、剖検例の集積、CT検査による細気管支～肺胞レベルの形態学的变化の把握等の医学の進歩により、じん肺の病像が詳細に把握されるに至った。

また、有機性の粉じんによるじん肺への適用の可能性も考慮し、昭和53(1978)年に改正されたじん肺法においては、じん肺は、「粉じんを吸入することによって肺に生じた線維増殖性変化を主体とする疾病」と定義されることになった。

なお、従来、じん肺と合併した肺結核はじん肺の定義に含められていたが、肺結核及びじん肺の進行経過に応じてじん肺と密接な関係があると認められる疾病は、「合併症」として定義されることになった。

2. じん肺の種類

じん肺は、粉じんの種類による分類と作業別による分類（炭坑夫じん肺、溶接工肺など）とがある。表の中で、インジウム肺までは粉じんの種類によるじん肺を、炭鉱夫じん肺以降は作業別によるじん肺を挙げた。なお、表には主な発生職場を示している（表1）。

以下では代表的なじん肺を説明する。

1. けい肺 (Silicosis)

遊離けい酸（シリカ）を吸入することによる肺の病変は三つに分類される。

①急性けい肺症 (Acute silicosis または silicoproteinosis)

短期間に高濃度の遊離けい酸を吸入することで発症する肺胞蛋白症に似た病態である。

②急進じん肺 (Accelerated silicosis)

高濃度の遊離けい酸を含む粉じんを吸入することで、5年から10年の短期間でけい肺を発症する病態をいう。

③慢性けい肺症 (Chronic silicosis)

濃度の高い遊離けい酸を含む粉じんを吸入することで、粉じんばく露からおよそ10年以降に発症するけい肺である。

ア) 単純型けい肺：遊離けい酸により形成されたけい肺結節と呼ばれる硝子化した膠原線維からなる結節が上肺野背側を中心に多数みられるけい肺症。

イ) 複雑型けい肺症：けい肺結節が増大または癒合してできる進行性塊状線維化 (PMF: Progressive massive fibrosis) を形成するけい肺症。

2. 混合粉じん性じん肺 (MDP: Mixed dust pneumoconiosis)

遊離けい酸と線維形成が弱いけい酸塩の混合物を吸入して発症するじん肺で、斑 (macule)、結節、PMF を形成する。けい肺結節の球形に対して星芒状を示す。遊離けい酸の含有比率によって画像や病理の所見が異なる。

3. 石綿肺 (Asbestosis)

けい酸塩の一種である石綿を吸入して発症するじん肺であり、大量吸入を伴う職業で発症する。病変の陰影はけい肺とは異なり、下肺野から上肺野へと進展する。特発性肺線維症 (IPF: Idiopathic pulmonary fibrosis) と似た画像を呈するため、職歴等を含めて鑑別することが重要である。

4. 炭坑夫じん肺 (CWP: Coal workers' pneumoconiosis)

炭坑内の粉じんによって発症するけい肺、混合粉じん性じん肺を主に指す。けい肺同様に進行して大陰影を呈する。

なお近年、炭坑内の粉じんによって発症する肺疾患群である炭坑夫じん肺、けい肺、混合粉じん性じん肺、粉じん起因性のびまん性肺線維症 (DDF: Dust related diffuse fibrosis) を包括して炭坑粉じん肺疾患 (CMDLD: Coal mine dust lung disease) とする概念が提唱されている。

5. 溶接工肺 (Welder's lung)

溶接の際に発生するヒューム（主成分は酸化鉄。以下同じ。）を吸入することによって発症するじん肺である。非粉じん作業に配置転換することで病変に改善が認められる唯一のじん肺である。最近ではヒュームに含まれるマンガンによる神経障害が問題となっている。

6. その他

けい酸塩肺(滑石肺、ろう石肺、ペントナイト肺、けい藻土肺等)、炭素系じん肺(炭肺、黒鉛肺、活性炭肺等)、金属肺(鉄肺、アルミニウム肺、アルミナ肺等)等のじん肺があり、これらは、けい肺と比較して肺の線維化が弱い。

表1 じん肺の種類、起因物質、主な発生職場

じん肺の種類	起因物質	主な発生職場
けい肺	遊離けい酸(シリカ)	採石業、採鉱業、窯業、鋳物業、金属精錬業、セメント製造業、船舶製造業、けい酸化学工業
石綿肺	石綿(アスベスト)	石綿加工業、石綿セメント製造業、断熱性石綿製品、ブレーキライニング製造等、他の石綿製品取り扱い作業
滑石肺	滑石(タルク)	滑石粉碎作業、ゴム工場
ろう石肺	蛍石	ガラス溶融用坩埚製造
けい藻土肺	珪藻土	珪藻土採掘、粉碎作業
陶土肺	カオリナイト(クレー)	乾燥カオリンの粉碎、袋詰め作業等(陶磁器用、製紙コーティング)
アルミニウム肺	アルミニウム	アルミニウム粉末製造業(塗料原料)
アルミナ肺	アルミナ(酸化アルミニウム)	アルミニウム再生工場(溶津の粉碎、節別作業)
ボーキサイト肺	酸化アルミニウム、けい酸	ボーキサイト精錬作業
黒鉛肺	黒鉛	黒鉛精錬工場、電極工場
炭素肺	カーボンブラック(無晶型炭素)	製墨工場、カーボンブラック工場
活性炭肺	活性炭	活性炭製造工場
炭肺	炭粉、石炭粉	木炭、石炭の粉碎作業(練炭製造業等)
超硬合金肺	タンゲステン、コバルト	金属切削、研磨、加工、金型作成
ベリリウム肺	ベリリウム	ベリリウム化合物、ベリリウム精錬、航空機製造工程、原子炉
インジウム肺	インジウム錫酸化物	ITO ターゲット製造・リサイクル作業、はんだ材料製造作業、歯科合金溶解作業
炭坑夫じん肺	石炭粉じん、けい酸	炭坑の採炭、掘進、支柱作業等
窯業じん肺	陶土	窯業原料の粉碎、ふるい、成形
溶接工肺	酸化鉄、マンガン、けい酸等	アーク溶接作業、ガス切断作業
い草染土じん肺	粘土	い草栽培、畳表、ござ、花むしろ織機作業

歯科技工じん肺	けい酸、コバルト、アルミニウム、インジウム等	義歯研磨、切削作業
---------	------------------------	-----------

(「産業保健ハンドブックIV じん肺第2版」(平成20年5月27日) P20 表3-3 城戸優光 より、一部改変)

参考文献

- 1) Zenker FA. Ueber Staubinhalationskranken der lunge. Leipzig, 1986.
- 2) Petsonk EL, et.al. Coal mine dust lung disease: new lessons from an old exposure. Am J Respir Crit Care Med 187:1178-85, 2013.

付. じん肺と肺気腫

じん肺は、その早期の段階から気腫様変化を伴うことが多く、従来、肺気腫がじん肺有所見者の肺機能低下に及ぼす影響は大きいといわれてきた。しかし、肺気腫の臨床診断は必ずしも容易でなく、特に、じん肺の場合、通常のエックス線写真検査、肺機能検査等の検査では把握しにくいと考えられる。

2009年頃から、炭坑夫じん肺では、喫煙とは独立して肺気腫と閉塞性換気障害を来すことや、石炭のばく露量が増えるほど、肺気腫を含むCOPD (Chronic Obstructive Pulmonary Disease) での死亡者が増えるという報告がある。実際の臨床の場では、じん肺症例で肺気腫を合併している例が多くみられるが、これには粉じん作業従事者には喫煙者が多かったことも影響していたものと考えられる。また、大陰影を伴う場合は、その周囲に不規則性 (irregular) あるいは傍瘢痕性 (paracicatricial) 肺気腫を呈することが多い。

大陰影の存在は喫煙とは関連なく、ガス交換の低下に関連するため、大陰影を認めないけい肺患者のうち肺気腫と認められたのは僅かのみであるとする報告と、けい肺の程度は喫煙とか肺気腫のパーセントとは独立してガス交換に関連していたという報告等もあり、一定した見解が得られていないと考えられる。現時点では、粉じん吸入により局所的な肺気腫の発症はあり得るが、閉塞性換気障害までは来さないと考えられており、今後のさらなる検討が必要である。

3. じん肺のエックス線写真像、CT 画像と病理所見との関連について

じん肺のエックス線写真像、CT 画像は、じん肺の肺内病変を反映したものであり、エックス線写真、CT 写真に表現されている異常陰影とその原因となる病理学的変化との関連は、じん肺の病像を理解する上で有用である。

以下、じん肺のエックス線写真像、CT 画像と病理所見との関連について、けい肺、石綿肺、炭坑夫じん肺、溶接工肺、その他のじん肺別に概説する。

(1) けい肺

イ. 粒状影

けい酸粉じんは、他の粉じんに比べて線維起因性が強く結節形成を起こし、リンパ行性病変進展により所属リンパ腺の変化は最も強い。結節状線維化が起こると CT 画像にて粒状影として描出され、けい肺に特徴的な 3～10mm の粒状影がエックス線写真に現れてくる（図 1）。けい肺の初期には CT 画像では粒状影を認めるもののエックス線写真にて粒状影が明らかに認められない。これは、粉じん巣の大部分が小さく、線維化が進行していないためである。

粒状影は、粉じん巣が大きく、線維化が強いほど明確なものとして認められる。

CT 画像にてけい肺の粒状影は、細気管支周囲の病変であることを反映して、小葉中心性分布を示す（図 2）。個々の粒状影は、比較的境界明瞭で、内部に石灰化を伴う場合もある。さらに吸入粉じんは小葉中心部からリンパ流によるクリアランスに伴い胸膜直下に移動し、そこでも線維化巣を形成し、いわゆる “pseudo-plaque” という病変を形成することもある（図 2）。この場合には、小葉中心性分布では無く、広義間質に病変が分布し、リンパ行性分布病変の形態をとる。



図1 けい肺エックス線写真像

上肺野優位、左右対称に比較的境界明瞭な粒状影を多数認める。

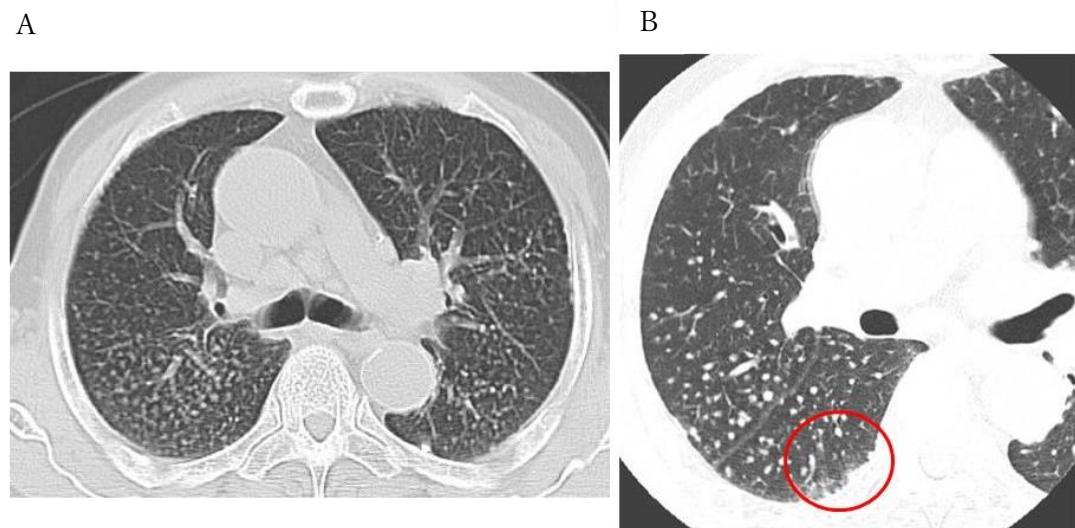


図2 けい肺 CT 画像

A CT 肺野条件 (7mm 厚) では上肺野背側優位に密に分布する粒状影を認める。

B HRCT (High resolution computed tomography) (2mm 厚) では、粒状影が小葉中心構造と連続して胸膜と少し距離をおいて存在しており、小葉中心性分布の所見である。背側では胸膜と接する粒状影も認められ、いわゆる “pseudo-plaque” の所見である(円内)。

病理組織での結節病巣が粒状影として画像に現れる。けい肺結節 silicotic nodule は、線維起因性の高い遊離けい酸の濃度が大きく関与し、肺内堆積粉じん中 18%以上の濃度の場合に生じるとされ、病理組織では、細胞成分の乏しい同心円状の硝子化層を有する粉じん沈着性の境界明瞭な 3~6mm 径の結節像を呈する。この結節が主体のじん肺が「けい肺」と診断される。じん肺の予防・管理などによりけい肺は著しく減少した。

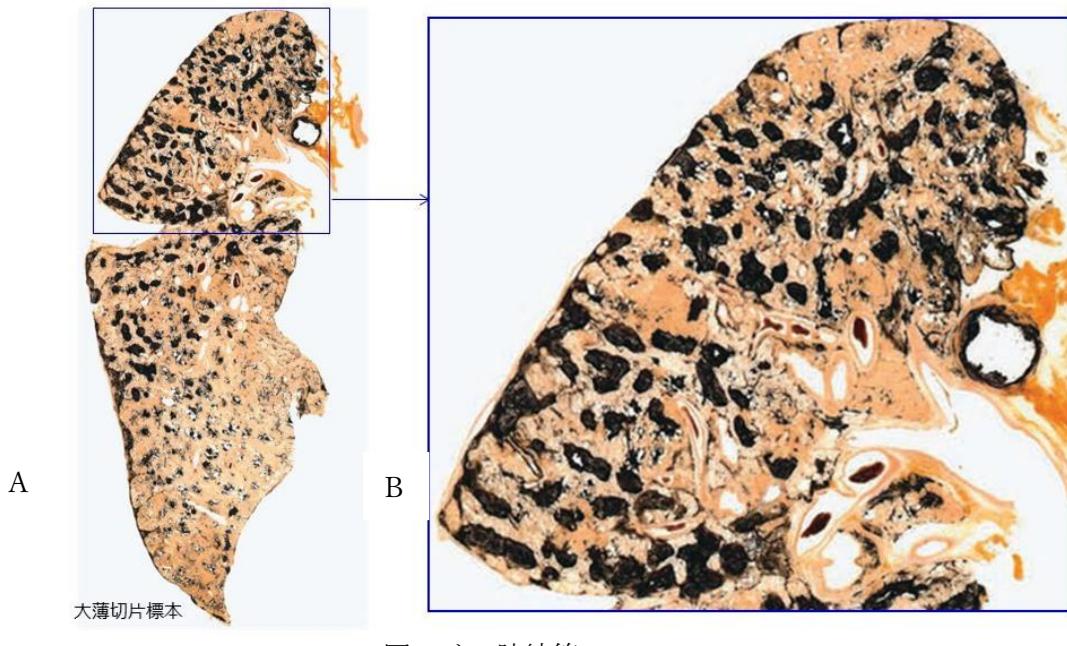


図 けい肺結節

- A 上方に分布が強い。
B 境界明瞭な円形結節。癒合も有り。

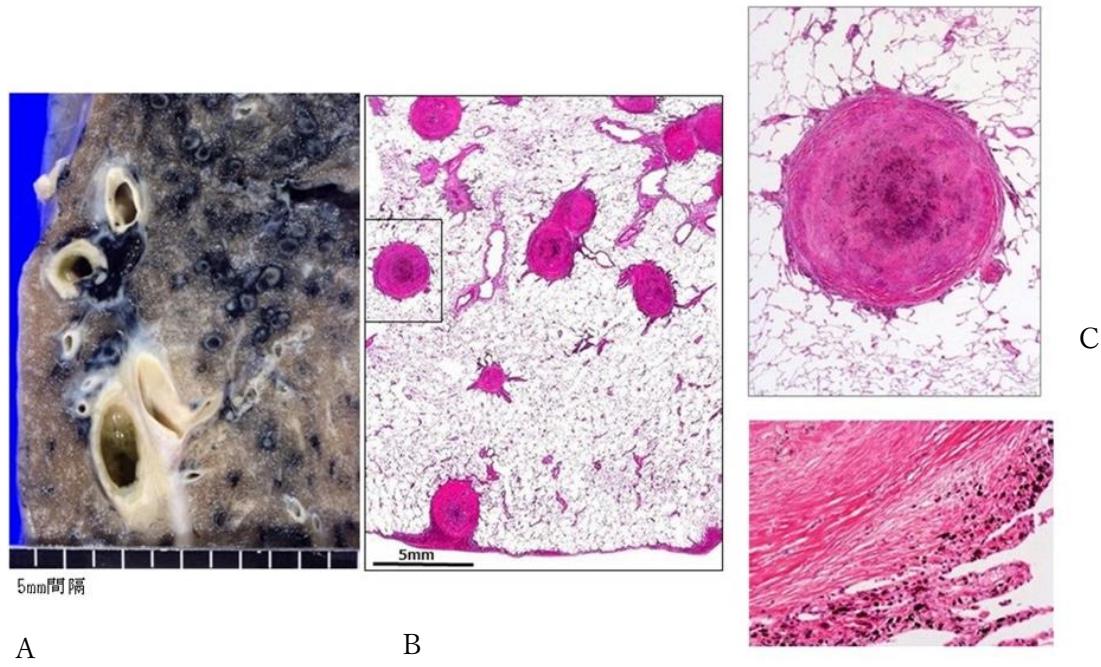


図 けい肺結節

- A 境界明瞭な黒色円形結節
- B 境界明瞭な円形結節。癒合傾向像や胸膜に波及する像がみられる。
- C 同心円状の硝子化層を有する細胞成分の乏しい結節。

ロ. 大陰影

左右とも後上部(右 S3、S2、S6、左 S3、S1+2、S6 等)にけい肺結節が融合することによって生じ、エックス線写真像で径 1cm を超えるものを大陰影とする。病理組織では、大陰影におおよそ相当するものとして、進行性塊状線維化 (PMF) 病巣がある。その径は、1cm 以上とする病理学者の定義もあるが、エックス線写真像での大陰影に相当するサイズとして径 1cm よりも径 2cm 以上とするじん肺病理学者の定義が妥当とされる。

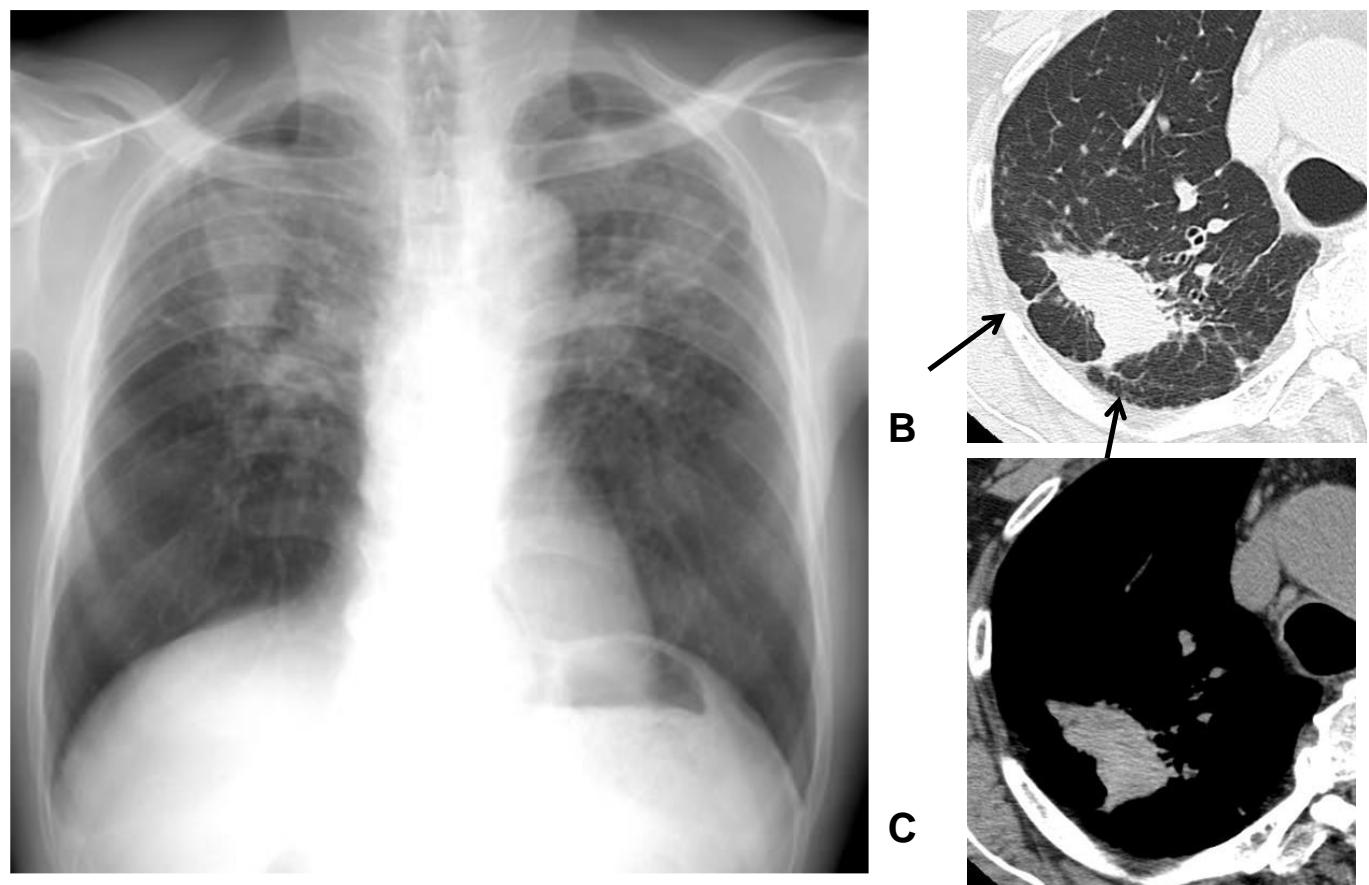


図 けい肺症 大陰影

- A エックス線写真像 両側上肺野に腫瘤影を認め、周囲には上肺野優位の粒状影を伴っている。
- B CT 肺野条件 比較的境界明瞭な腫瘤形成を認める。周囲に線維化所見を伴っており、末梢肺は若干過膨張しており低吸収化している(矢印)。大陰影は病理像で示したようにけい肺結節が集簇し塊状化して生じるため、周囲のけい肺結節が目立たなくなっている。
- C CT 縦隔条件 筋肉よりもやや高吸収を呈している。壞死や石灰化の所見を認めることもあるが、本症例では認められない。

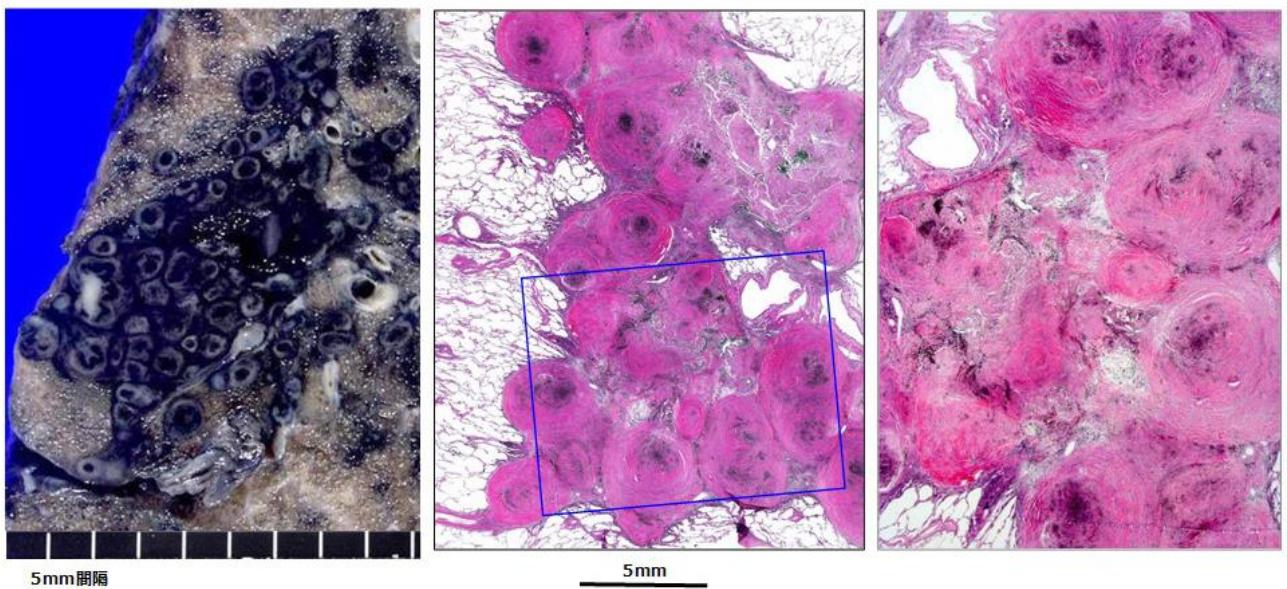


図 けい肺の大陰影を裏付ける進行性塊状線維化 (PMF)
けい肺結節が癒合して 2cm 以上の塊状病巣を形成

(2) 石綿肺

イ. 不整形陰影

エックス線写真像にて、微細な線状・網状影が両側下肺野外側から内側、上方に向かって広がり不整形陰影を呈する。線維性収縮のため、下肺野は縮小する。また、病変が進行するに従って、心陰影の境界は不鮮明となり、中・下肺野主体に輪状の蜂巣肺所見を呈してくる。石綿肺における線状影を主体とする不整形陰影は、石綿粉じんによる細気管支～肺胞の変化を表現したものであり、陰影の重なりによって少数の粒状影が現われることがあっても、これは、肺内に結節性の変化があることを意味しない。

石綿肺の CT 画像としては下肺野優位、胸膜下優位に牽引性気管支拡張を伴ったすりガラス影から網状影を呈し、蜂巣肺も認める。早期病変で胸膜直下や小葉中心に網状あるいは粒状影を呈し (intralobular core lines, subpleural dots)、さらに病変が進むと胸膜下曲線様陰影 (subpleural curvilinear lines) を認め、これが石綿肺の特徴的 CT 画像である。石綿肺では特発性肺線維症 (IPF:Idiopathic pulmonary fibrosis) に比し、牽引性気管支拡張が弱く、蜂巣肺所見も典型的ではない場合が多い。これらの所見は細気管支中心性の線維化であることが理由である。石綿肺の診断において、胸膜プラークの存在があっても subpleural curvilinear line や subpleural dots を CT 検査で確認することが肝要である。特発性肺線維症 (IPF) や気腫合併肺線維症 (CPFE:Combined pulmonary fibrosis and emphysema)、膠原病肺、線維化性過敏性肺臓炎等との鑑別は画像所見のみならず職歴や経過等を十分に考慮して判断する。

A



B



C



図 石綿肺 断熱作業 18年

A エックス線写真像 下肺野やや優位に網状影とすりガラス影を認め、上肺野にも変化が及んでいる。PR2型の所見である。右横隔膜上には板状の石灰化胸膜plaquerを認めている。B、C CT肺野条件では肺底部では牽引性気管支拡張と蜂巣肺といつていいかどうか程度の小囊胞集簇像(+)、蜂巣肺のサイズはIPF/UIPに比し、小さめで揃っている。上肺野では胸膜下主体にfibrotic consolidationと呼ばれる不整形のconsolidationを認める。中肺野背側では、胸膜下粒状影、胸膜下線状影の所見を認めている。

石綿はけい酸塩の纖維状鉱物で、石綿による線維化は大量のばく露により生じ、病理組織では、呼吸細気管支壁と周囲肺胞隔壁に及んだ線維性変化から始まり、その線維化が緩徐に広がり、隣接病巣との接合、及び胸膜下無気肺硬化の線維化とを随伴して、胸膜下からの不規則不整な広い線維化像を形成する。胸膜下無気肺硬化を伴わない早期の場合に、画像でのsubpleural dot-like lesionsやsubpleural curvilinear linesとして現れる。けい肺のような結節は形成しない。この一連の線維性変化は細胞成分为乏しく、進行は緩徐である。線維形成の高度進行過程で細気管支末梢部の拡張が起り蜂巣肺を呈することがある。

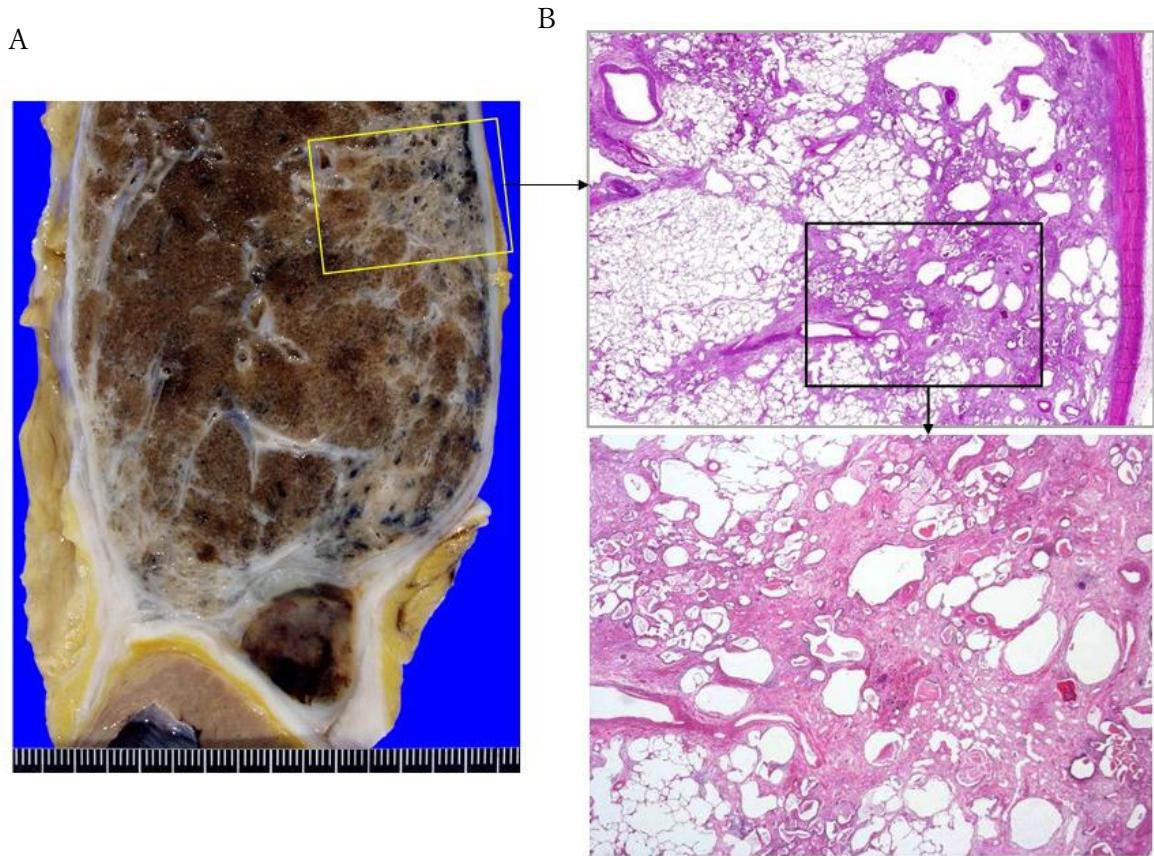


図 石綿肺の線維化

A 胸膜下からの不整形蒼白色調線維化。びまん性胸膜肥厚を随伴。

石綿小体数：194 万本/g (dry)

B 小葉（細葉）中心性線維化の連結および肺胞組織部の線維化と合わさり、幅の広い線維化領域を形成。線維化領域内に細気管支拡張の囊胞像が散在。

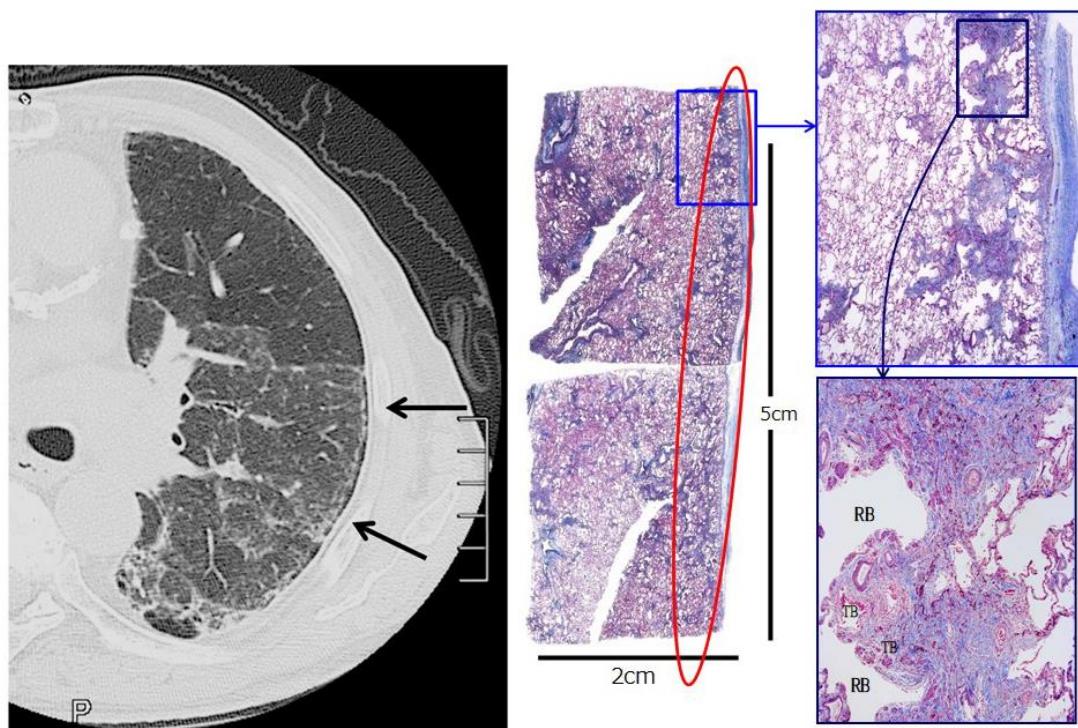


図 subpleural curvilinear lines

呼吸細気管支中心性（細葉中心性）の線維巣が隣接病巣と連結した変化

口. 大陰影

石綿肺では細気管支～肺胞の変化が進展した結果大陰影にまでなることはない。下肺野に大陰影様の陰影が認められることがあるが、これは胸膜肥厚、無気肺、不整形陰影によると考えられる。

ハ. 胸膜プラーク

胸膜プラークは、壁側胸膜が硝子化し、時に石灰化も加わる限局性の層状高度線維性肥厚である。

エックス線写真像にて、肺野の変化が明らかでないときでも、胸膜に肥厚、石灰化が現れ、時間とともに進行する。胸膜肥厚として描出され、背側外側部、横隔膜面、心横隔膜角の胸膜に好発する。第7～10肋間後外側、第6～9肋間外側、心膜上縦隔側の胸膜なども特徴的である。石灰化を伴うと認識しやすくなる。

CT画像では筋肉と同程度の吸収値を呈する限局性・板状の胸膜肥厚である。ばく露後10年程度を経て生じ、時間の経過とともに厚みを増し、石灰化を伴つてくるものもある。両側性が多いが片側性のものもあり、葉間胸膜にも見られることがある。

A



B



図 胸膜プラーク

A エックス線写真像 両側中下肺野に板状や斑状の陰影を多数認める。横隔膜上の板状石灰化所見は特徴的で石灰化を伴う胸膜プラークの所見である。

B CT 縱隔条件 板状の限局性胸膜肥厚を両側に多数認め、典型的な石灰化胸膜プラークの所見である。両側背側縱隔側の胸膜プラークの石灰化は壁側胸膜よりに存在しており、陳旧性結核関連の石灰化との鑑別点となる所見である。

(3) 炭坑夫じん肺

炭坑夫じん肺は炭素系じん肺に分類されているが、日本では岩盤掘削による遊離けい酸ばく露や、けい酸塩ばく露の、純粋な炭素ではない粉じん成分を吸入することで、画像での淡い小葉中心性陰影から粒状および大陰影までの多彩な線維化病巣像を呈する。

イ. 粒状影

エックス線写真像では、上肺野優位、左右対称に多数の粒状影を認める。けい肺の粒状影と比較すると境界が不鮮明なものが多い(図 1、2)。

CT 画像では、びまん性粒状影を認め、けい肺と同様に主に小葉中心性の分布を呈するが、リンパ流によるクリアランスに伴い胸膜直下にも分布する。典型的には上葉、背側に優位で、内部に石灰化を伴うこともある。けい肺の粒状影と比べ、境界が不鮮明な傾向がある(図 2)。

ばく露する遊離けい酸が高い場合にはけい肺結節をつくり、低い場合には下記に述べる混合型線維化巣 mixed dust fibrosis をつくる。採炭の遊離けい酸・けい酸塩ばく露がかなり低い作業では、純粋な炭肺としての、下記に述べる粉じん斑 dust macule が主体となる。このように、作業内容により線維化像は異なり、それが画像に現れる。



図1 炭坑夫じん肺 粒状影

エックス線写真像

両側全肺野、左右対称に多数の粒状影を認め、けい肺の粒状影と比較し、境界はやや不鮮明である。



図2 炭坑夫じん肺 粒状影
エックス線写真像
上肺野優位、左右対称に多数の粒状影を認める。



図 CT 肺野条件(1.25 mm厚)

多数の粒状影が認められ、主に小葉中心性に分布するが、背側では胸膜と接する粒状影も認められる。

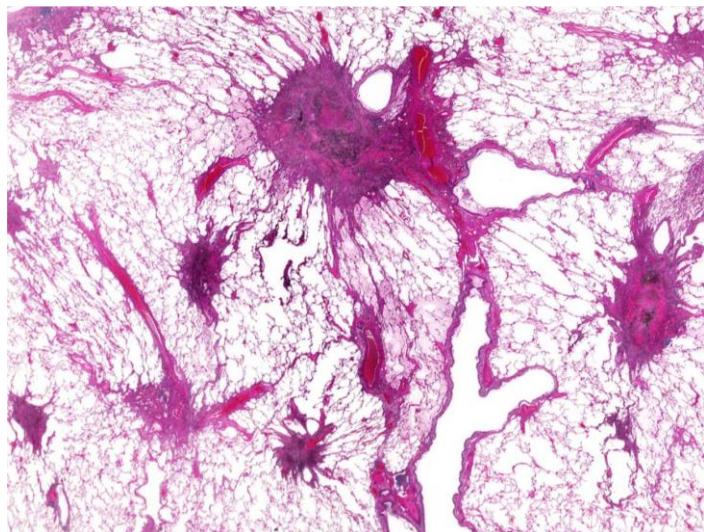


図 星芒状結節

大小の星芒状結節。大きい線維化結節は、MDF (Mixed dust fibrosis) とけい肺結節の中間的な結節像。

ロ. 大陰影

エックス線写真像にて、両肺の後上部主体に径 1cm を超える大陰影が認められることがあり、病理組織での径 2cm 以上の進行性塊状線維化(PMF)におおよそ相当する。炭坑夫じん肺では、結節病巣の癒合による癒合型 PMF と、癒合ではない単一型 PMF とがある。

(4) 溶接工肺

イ. 粒状影

エックス線写真像は、中下肺野やや優位に左右均等に分布する比較的大きさが揃った軟らかい小粒状影である。個々の粒状影はけい肺例などに比べると淡く、辺縁は不鮮明なものが多い。

CT 画像は、軽症例では細気管支周囲に鉄貪食マクロファージが集簇することによる分岐状影のみを認め、病変の進行に伴い分岐状影周囲にすりガラス影を伴ってくる(図)。さらに小葉中心性の微細粒状影や結節状のすりガラス影を認め、結節状のすりガラス影を伴うような症例では夏型過敏性肺臓炎と類似した所見を呈する(図)。



図 溶接工肺 エックス線写真像

中下肺野優位に密に分布するやや不整形の小粒状影を認める。

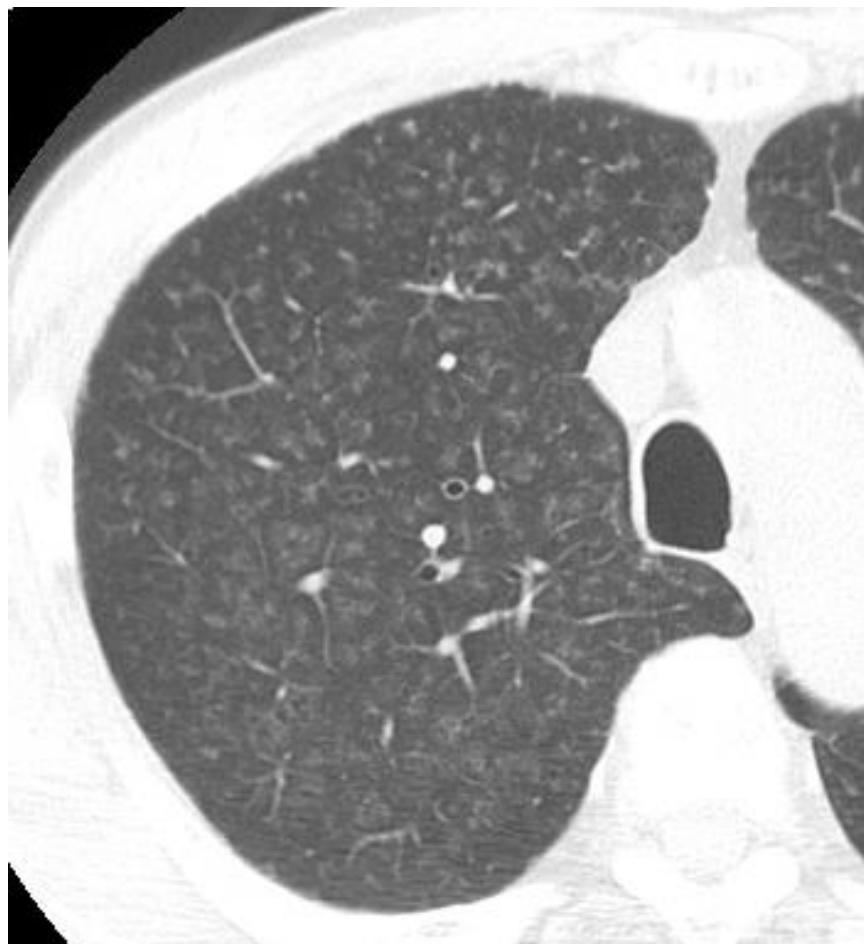


図 溶接工肺 CT 肺野条件 すりガラス濃度の粒状影例(61 M; 溶接 46 年)

小葉中心性の結節状のすりガラス濃度の粒状影を呈する症例では、過敏性肺臓炎様の所見を呈し特徴的所見である。

病理組織では細葉（小葉）中心性の病巣で、暗茶色顆粒状粉じん貪食マクロファージの肺胞腔内充满像および同粉じん沈着による肺胞隔壁・細気管支壁部の肥厚像を呈し、結節はつくらない。線維性変化は乏しい。沈着粉じんは鉄染色で濃青色を呈する鉄成分よりなる。この鉄成分は吸收やリンパ路で運ばれ軽減され得る。

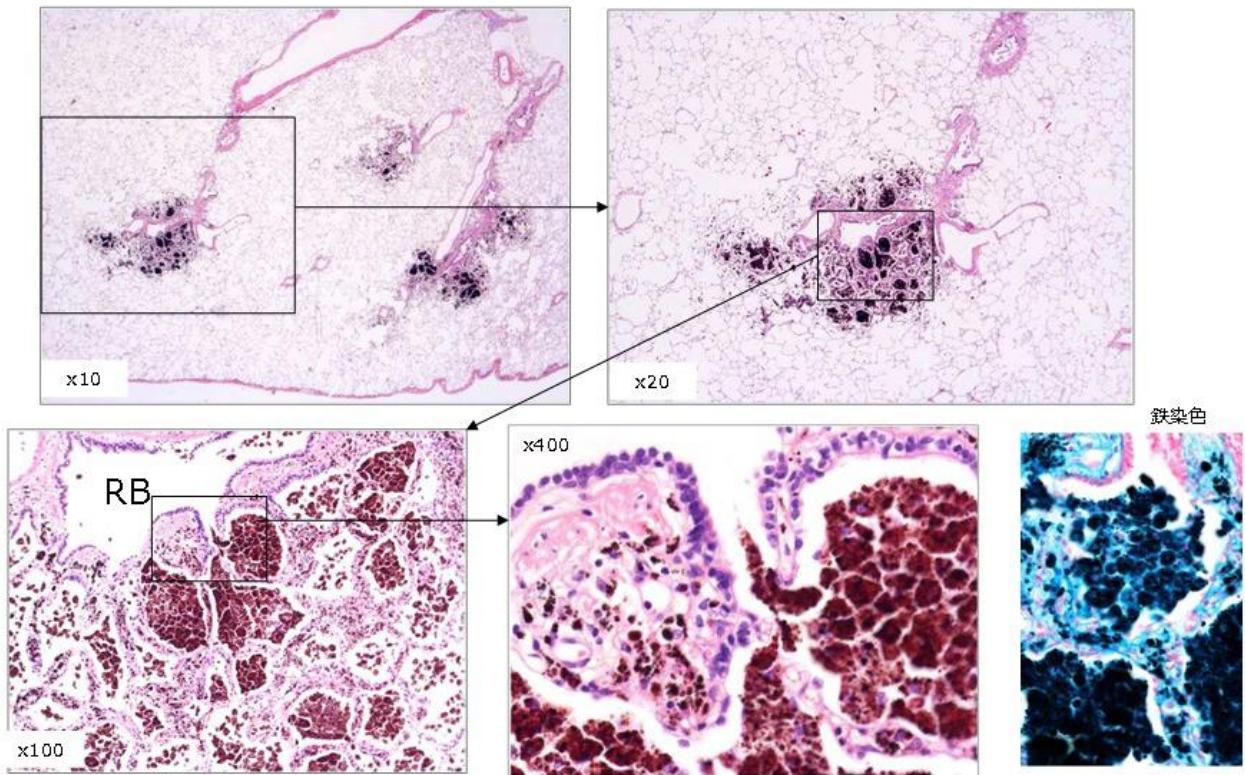


図 溶接工肺

粉じん斑としての線維化。RB周囲肺胞腔内・RB壁部の鉄成分貪食組織球の高度集簇が見られ、線維化に乏しい。

ロ. 大陰影

純粋な溶接の際のヒュームの吸入のみでは大陰影は生じないが、同時に行う鋳造、研磨の作業の際に発生する他の粉じんを吸入することだけい肺で見られるような大陰影を生じることがある。

(5) その他のじん肺

けい酸塩肺(滑石肺、ろう石肺、ペントナイト肺、けい藻土肺等)、炭素系じん肺(炭肺、黒鉛肺、活性炭肺等)、金属肺(鉄肺、アルミニウム肺、アルミナ肺等)等のじん肺であり、これらは線維化が弱く、境界不明瞭な粒状～淡い小葉中心性陰影のじん肺である。

イ. 粒状影

これらのじん肺では、呼吸細気管支壁や周囲の肺胞内に粉じんが貯溜し様々な程度の線維化が生じ、濃度の低い粒状や淡い小葉中心性の陰影として現れる。線維化周囲に気腫性変化を随伴する傾向がある。

遊離けい酸濃度が低く、線維起因性の低いけい酸塩粉じんによって形成される結節は、細胞成分が目立ち線維化が周囲肺組織に波及した境界不明瞭な星芒状を呈し、病理組織学的にけい肺結節と区別し、混合型粉じん線維化 mixed dust fibrosis と名付けられている。肺内堆積中の遊離けい酸濃度が 18%未満で、けい酸塩粉じんと相まって生じるとされ、この結節病巣像が主体のじん肺は病理では混合型粉じん性じん肺 mixed dust pneumoconiosis と呼んでいる。じん肺の予防・管理などにより、けい肺に代わってこの種のじん肺が相対的に増えてきた経緯がある。

画像の進歩により、CT 画像上の淡い小葉中心陰影のじん肺が増加している。その画像に相当する病理組織像は、呼吸細気管支壁中心性の終末細気管支～肺胞道壁、随行する肺動脈周囲間質部を含む、線維成分よりも細胞成分の多い、非結節状線維性肥厚像であり、粉じん斑 dust macule と呼ばれている。この軽いじん肺の線維性変化は、肺内堆積中の遊離けい酸濃度が 1%未満で、不活性粉じんおよび線維起因性の低いけい酸塩粉じんばく露によって生じるとされている。このようなじん肺には炭肺や鉄肺（溶接工肺）などがある。線維化の程度が極めて弱い状態では、ばく露環境から離脱することにより病変の軽減があり得る。

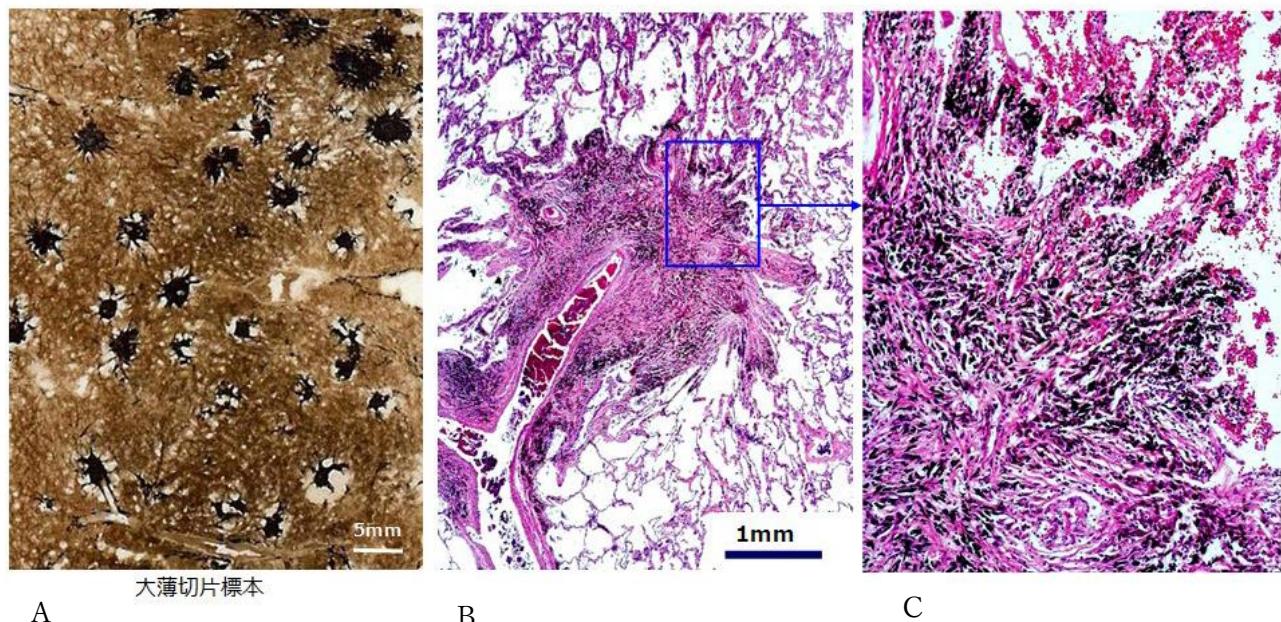


図 混合型粉じん線維化 (MDF)

- A 星芒状黒色結節
- B 周囲の間質に沿っての線維化波及。硝子化層状線維化像をみない。
- C 細胞成分目立つ。

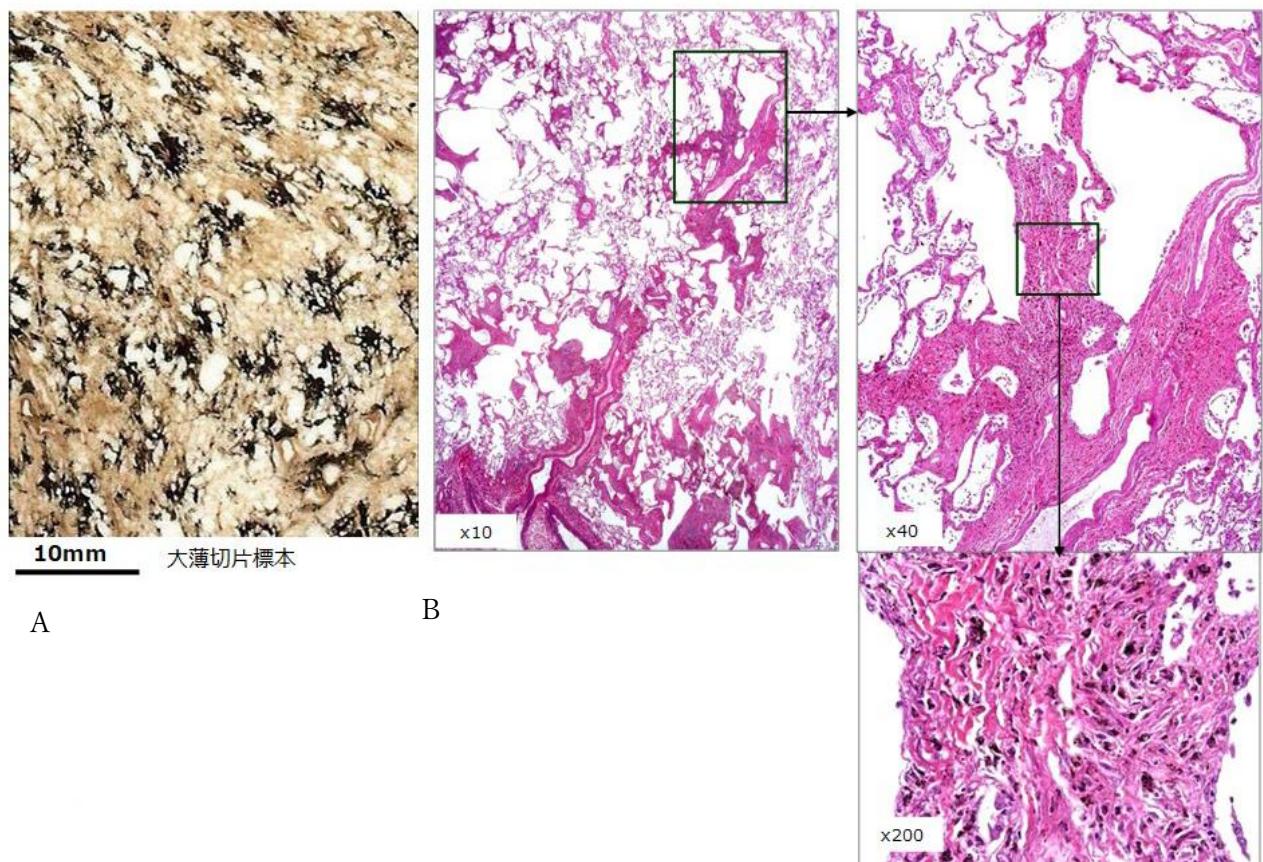


図 粉じん斑 dust macule

- A 非結節状の境界明瞭な斑状黒色病変。
 B 呼吸細気管支壁からの bronchovascular bundle に沿った線維性肥厚。
 肥厚部の線維増生は強くなく、組織球や線維芽細胞の細胞成分が目立つ。

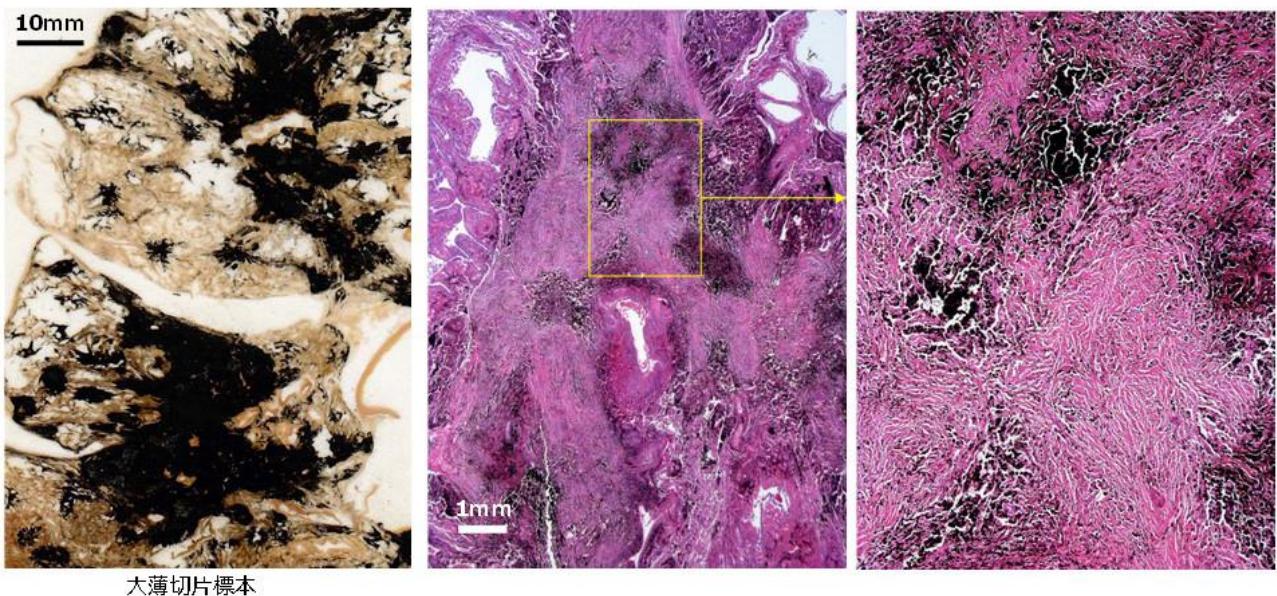
ロ. 不整形陰影

密在する小結節の陰影が重なり合うと容易に粒状影としては認められないことがある。密在する小結節により細い血管影がみえにくくなり、肺野に粒状と認めることが困難な濃度の低い陰影が重なって、不整形陰影を形成する。

下葉下部に間質性肺線維化の像を呈することがあるが、上肺野など、背景にじん肺としての病変が通常認められる。

ハ. 大陰影

混合型粉じん線維化 mixed dust fibrosis もその癒合により塊状巣を形成し、エックス線写真像にて径 1cm を超えるものを大陰影とする。病理組織では径 2cm 以上のものを進行性塊状線維化(PMF)と呼び、おおよそ大陰影に相当する。



A

B

図 MDP じん肺の大陰影を裏付ける進行性塊状線維化：
(PMF)

A MDF が癒合し 2cm 以上の塊状病巣形成。不整形傾向。

B 塊状部は高度に線維化、MDF 像はわからなくなる。

4. じん肺の合併症・続発症

じん肺の病変の進行に伴って種々の疾病が合併または続発してくる。これらの疾病のうち、従来肺結核は最も重要な合併症であったが、近年、療養を要する者に占める肺結核合併者の比率が低下するとともに、療養者の死因に占める肺結核の割合も、結核に対する治療法の進歩等に伴って減少している。

しかし、近年、これらの疾病以外の呼吸器系諸疾病とじん肺との関連性が注目されるようになった。具体的には、慢性気管支炎、気管支拡張症、肺気腫、自然気胸、胸膜炎、肺炎、肺化膿症、肺がん等があげられる。このうち、石綿ばく露労働者に肺がん、中皮腫の発生頻度が高いことが既に国内外で知られている。

その他の疾病については、じん肺との因果関係について、疫学、臨床、病理学等の分野からの調査研究が進められてきており、これらの成果をもとに、じん肺法では次の6つの疾病を合併症とし、罹患者は療養の対象とすることとしている。

- ① 肺結核
- ② 結核性胸膜炎
- ③ 続発性気管支炎
- ④ 続発性気管支拡張症
- ⑤ 続発性気胸
- ⑥ 原発性肺がん

これらの6つの疾病のうち、①及び②は、肺結核とじん肺との密接な関連性を考慮して合併症として規定されたものである。

③から⑤に掲げる疾病は、じん肺の基本的な病変(線維増殖性変化、気道の慢性炎症性変化、気腫性変化)を素地として発症すると考えられる疾病である。⑥の原発性肺がんについては、疫学的検討にてじん肺有所見群での肺がんに対するリスクの高さから、原発性肺がんもじん肺の合併症として扱うことになった。

以下、合併症として規定するための医学的根拠について検討された専門家会議での検討結果の概略を紹介する。

(1) 続発性気管支炎

じん肺有所見者のせき、たん等の呼吸器症状有症率について、今日用いられている慢性気管支炎の定義を用いた報告は諸外国では多いがわが国では極めて少ない。

わが国における疫学的調査では、地域、じん肺の種類を限定しないで、エックス線写真像と有症率との関連を調査しており、それによると、じん肺有所見者では対象者に比べて有症率が高く、かつ、エックス線写真像の進展に伴って有症率が増加することが認められている。

じん肺と呼吸器症状との関連については、粉じんばく露、じん肺のエックス線写真像、喫煙、加齢等との関連が指摘されているが、諸報告を総合的に評価すると、対象者に比べてじん肺有所見者では有症率が高いと考えられ、エックス線写真像の進展につれて有症率も増加すると考えられる。

持続性のせき、たんの症状を呈する気道の慢性炎症性変化はじん肺の病変と考えられ、一般的には不可逆性の変化と考えられるが、このような病変に細菌感染等が加わった状態は一般に可逆性であり、こ

のような場合には積極的な治療を加える必要がある。このような病態をじん肺法では「続発性気管支炎」と呼称し、合併症としている。

(2) 続発性気管支拡張症

じん肺による気管支拡張の発生機転として、気管支の炎症・痙攣等の気管支自体の変化、リンパ節腫脹・じん肺結節病変等の肺の萎縮性変化等の病変が指摘されている。じん肺有所見者における気管支拡張についての疫学的調査の報告は少ない。わが国においても、療養中のじん肺患者を対象とした調査結果の報告はあるが、対照群をとて発生頻度を比較検討した報告は極めて少ない。しかし、前述した発生機転についての考察、療養中のじん肺患者を対象とした気管支造影による検索の結果等から、じん肺有所見者は気管支拡張を招来しやすいと考えられる。

気管支拡張は不可逆性の変化であるが、これに細菌感染等が加わった場合には積極的な治療の対象とする必要があり、じん肺法では、「続発性気管支拡張症」と呼称し、合併症としている。

(3) 続発性気胸

エックス線写真像別の気胸の発生頻度を患者を対象とした調査結果からみると、大陰影の所見の認められる者には発生頻度が高いことが認められている。大陰影の所見のある者では、気腫性変化、プラ形成を伴いやすいことが指摘されており、発生頻度とこれらの病変との関連が推測される。大陰影を呈さないエックス線写真像の者については、大陰影の所見のある者に比べて発生頻度は低いが、エックス線写真像の進展に伴って発生頻度が増加する傾向が認められている。

じん肺法では、じん肺有所見者に起こった気胸を「続発性気胸」と呼称し、合併症としている。

近年、続発性気胸は肺がんとともに合併症としての頻度が多く、また高度なじん肺を伴った例に発生する気胸は、難治であることも多く、死亡率が高いことが知られている。また、自然気胸と異なり、癒着や線維化を伴ったじん肺例では、気胸が発生しても漏れ出した空気が Free - air とならない場合がある。そのため立位のエックス線写真像では、肺尖部にその air が認められず、肺底部にのみ認められるような場合もある。続発性気胸の発生が疑われた場合は、その点を考慮して、CT 検査を迅速に行うなど、早期の診断が求められる。

(4) 原発性肺がん

じん肺患者においてかなり以前より肺がん合併率の高いことが指摘されてきたが、喫煙が複雑に関与するため、眞の因果関係が長い間検討されてきた。原発性肺がんの合併にて医療実践上の不利益が認められるとして労働基準局長通達（昭和 53 年 11 月 2 日基発第 608 号）にて管理 4 の患者のみが肺がんの労災補償対象として認められた。平成 12（2000）年から「じん肺有所見者に発生した肺がんに係る医療実践上の不利益に関する専門検討会」において、じん肺の存在により肺がんの発見・治療が困難になるといった「医療実践上の不利益」について、臨床症例を収集し、画像診断及び治療面から検討を行った。同検討会における検討の結果、管理 2 では不利益はなく、画像診断の上で PR2, PR3（管理 3）のじん肺では肺がんの診断率が落ちることが明らかにされた。また、管理 3 以上では手術率が下がることも明らかにされ、労働基準局長通達（平成 14 年 3 月 27 日基発第 0327005 号）にて管理 3 における肺がんも労災補償の対象とされるに至った。その後、1997 年に IARC が結晶質シリカを発がん性 Group 1 に分類し、また分子生物学、病理学、疫学的研究の集積からも肺がん発生との医学的関連性が

強く示唆されたことを受けて、最終的に労働基準局長通達（平成14年11月11日基発第1111001号）にて、管理2を含めたじん肺有所見者にみられる肺がんも、じん肺の合併症とされることになった。

その他の肺炎、肺化膿症等の疾患については、じん肺有所見者に有意に発生頻度が高いとの報告はなく、現時点でじん肺との関連を評価することは困難である。

一般に、じん肺の病変の進行に伴って合併症発症のリスクが増加する傾向が認められていることから、合併症罹患をおさえる意味でもじん肺の進行防止が極めて重要であると考えられる。また呼吸器に有害なガス・蒸気等へのばく露低減・防止のほか、感染症に対する予防、喫煙に対する指導等についても日常の健康管理活動の中で留意する必要がある。

II じん肺健康診断の方法と判定

1. じん肺健康診断の体系

(1) じん肺健康診断の項目

じん肺法に基づくじん肺健康診断の項目は、じん肺法第3条により次のように定められている。

- ① 粉じん作業歴の調査
- ② エックス線直接撮影検査
- ③ 胸部臨床検査
- ④ 肺機能検査
- ⑤ 合併症に関する検査

これらの項目による健康診断で、粉じん作業従事労働者のじん肺管理区分及び合併症罹患の有無の判定が行われるが、上記①から⑤の調査または検査の結果のみでは適正なじん肺管理区分の決定ができない場合には、じん肺法第13条第3項により都道府県労働局長が再検査または検査項目を追加して行うよう命ずる場合がある。

諸検査の流れは図のとおりである。

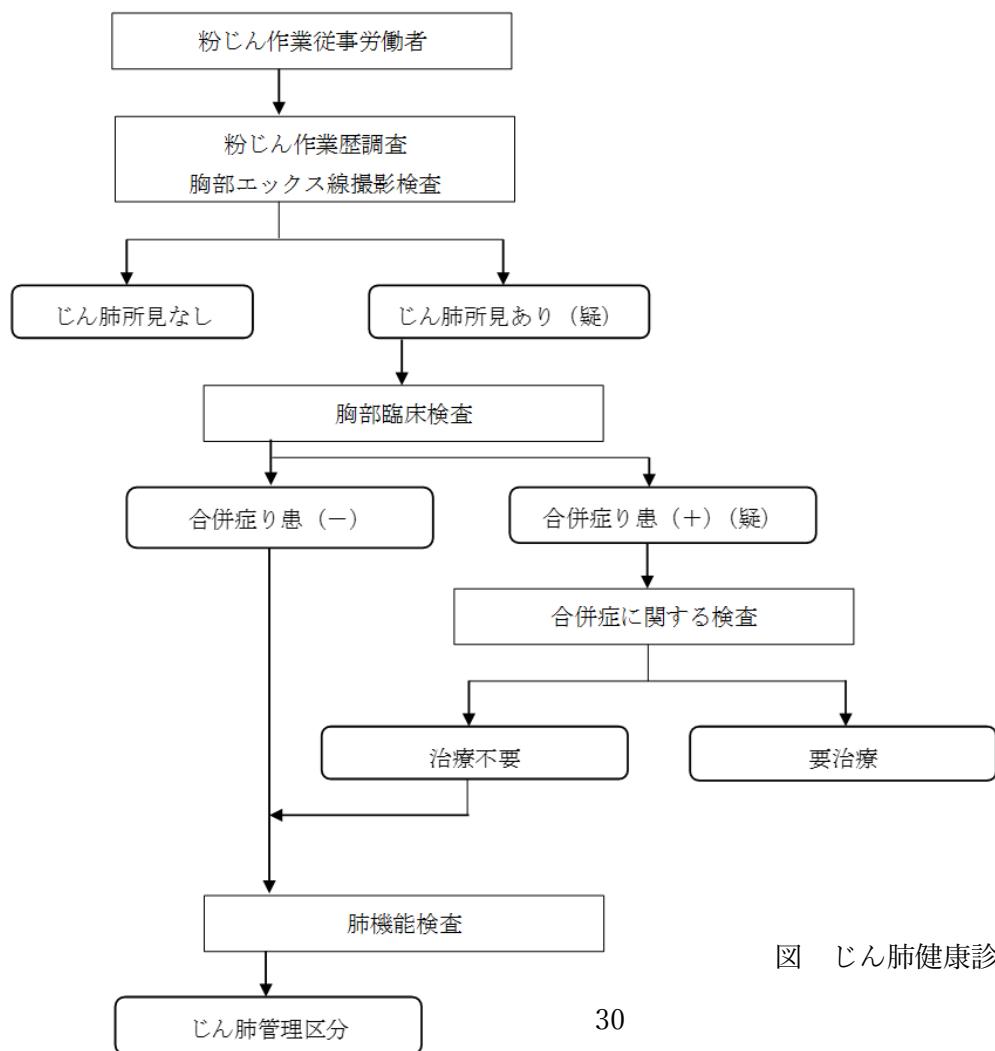


図 じん肺健康診断の流れ

(2) じん肺健康診断の種類、対象労働者及び実施時期

じん肺法に基づいて事業者が行うこととされている健康診断は、次のとおりである。

- ① 就業時健康診断（第7条）
- ② 定期健康診断（第8条）
- ③ 定期外健康診断（第9条）
- ④ 離職時健康診断（第9条の2）

以下、これらの健康診断の対象労働者、時期等について概説する。

イ. 就業時健康診断

就業時健康診断は、粉じん作業に従事することとなった労働者が、じん肺にかかっているかどうか、じん肺の程度がどの程度かを把握し、その労働者の就労上及び健康管理上の指標を得ることをその目的としている。

この目的から、新たに常時粉じん作業に従事することとなった労働者に対して就業の際に健康診断を行うこととされている。ただし、就業前に粉じん作業に従事したことのない者及び次のいずれかに該当する労働者については就業時健康診断の実施が免除されている。

就業前に受けたじん肺健康診断と就業日との期間	当該じん肺健康診断の結果決定されたじん肺管理区分
1年以内	1, 2, 3イ
6月以内	3ロ

ロ. 定期健康診断

定期健康診断は、じん肺の早期発見とじん肺有所見者の経過の的確な把握を目的としている。対象労働者及び頻度については、医学的な検討結果を踏まえて次のように定められている。

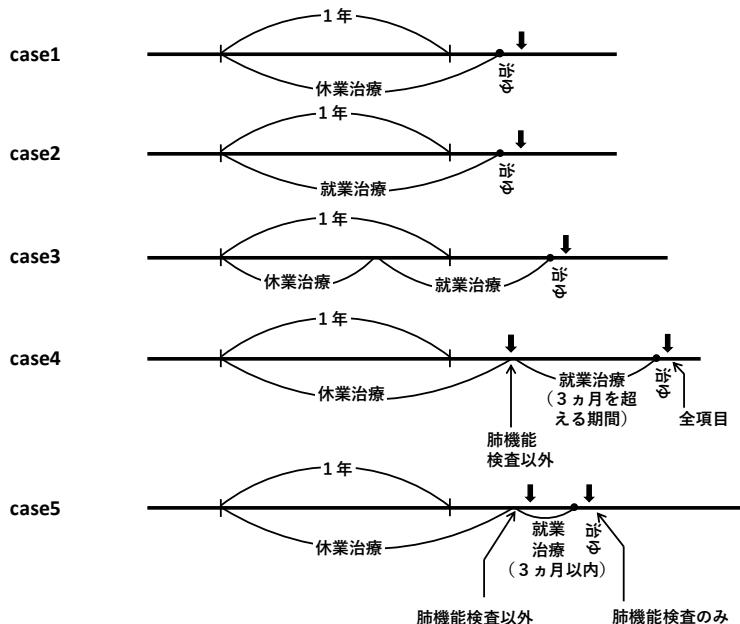
粉じん作業従事との関連	じん肺管理区分	頻度
常時粉じん作業に従事	1	3年以内
	2, 3	1年以内
常時粉じん作業に従事したことがあり 現に非粉じん作業に従事	2	3年以内
	3	1年以内

ハ. 定期外健康診断

定期外健康診断は、従来無所見とされていた労働者がじん肺健康診断以外の健康診断でじん肺所見があるか又はその疑いがあると診断された場合に、適正にじん肺管理区分を決定し、それに基づいて適切な措置を講ずる必要があることから定められている。

また、合併症に罹患し療養している者は、その療養の経過中にじん肺が進行するおそれがあることから、休業の有無にかかわらず合併症により1年を超えて療養した後に、休業又は療養を要しないと診断された場合にも定期外健康診断を行うこととされている。

合併症により療養をした者の定期外健康診断は、次のような場合に行う。



(注) ↓ : 定期外健康診断

療養の期間が 1 年以内のときは、合併罹患前のじん肺管理区分が治ゆ後のじん肺管理区分となる。また、じん肺健康診断の際に合併症罹患が認められたときは、肺機能検査を行わずエックス線写真の像の区分によりじん肺管理区分が決定される。

二. 離職時健康診断

常時粉じん作業に従事する労働者は、事業場に所属している間は事業場の健康管理体系に包含され、日常的な健康管理対策の対象とされている。しかし、このような労働者が離職すると、事業場の健康管理体系における一貫した健康管理の対象から外れることとなる。このような観点から、次に掲げるような一定の者については、離職の際に事業者に健康診断の実施を請求できるとされており、このような請求があった場合には、事業者は健康診断を行うこととされている。

粉じん作業従事との関連	じん肺管理区分	直前のじん肺健康診断から離職までの期間
常時粉じん作業に従事	1	1 年 6 月以上
	2, 3	6 月以上
常時粉じん作業に従事したことがあり現に非粉じん作業に従事	2, 3	6 月以上

2. 粉じん作業についての職歴の調査

粉じん作業歴は、労働者が現在の事業場に就業する前の期間と現在の事業場に就業した後の期間に分けて、事業場名と下記のじん肺法施行規則（昭和 35 年労働省令第 6 号）別表を参考に粉じん作業名（括弧内には該当の号数 1～24 を記載）、粉じん作業従事期間をじん肺健康診断結果証明書に記載する。

作業名は、それぞれの作業名を記載するが、「～する場所における作業」と表現することもあり注意を要する。

近年、歯科技工じん肺や、超硬合金じん肺、ベリリウム肺、インジウム肺、高純度シリカによる急じん肺なども認められるようになった。

表 じん肺施行規則別表

- 1 土石、岩石又は鉱物（以下「鉱物等」という。）（湿潤な土石を除く。）を掘削する場所における作業（次号に掲げる作業を除く。）。ただし、次に掲げる作業を除く。
- イ 坑外の、鉱物等を湿式により試錐する場所における作業
 - ロ 屋外の、鉱物等を動力又は発破によらないで掘削する場所における作業
- 1 の 2 ずい道等（ずい道及びたて坑以外の坑（採石法（昭和二十五年法律第二百九十一号）第二条に規定する岩石の採取のためのものを除く。）をいう。以下同じ。）の内部の、ずい道等の建設の作業のうち、鉱物等を掘削する場所における作業
- 2 鉱物等（湿潤なものを除く。）を積載した車の荷台を覆し、又は傾けることにより鉱物等（湿潤なものを除く。）を積み卸す場所における作業（次号、第3号の2、第9号又は第18号に掲げる作業を除く。）
- 3 坑内の、鉱物等を破碎し、粉碎し、ふるい分け、積み込み、又は積み卸す場所における作業（次号に掲げる作業を除く。）。ただし、次に掲げる作業を除く。
- イ 湿潤な鉱物等を積み込み、又は積み卸す場所における作業
 - ロ 水の中で破碎し、粉碎し、又はふるい分ける場所における作業
 - ハ 設備による注水をしながらふるい分ける場所における作業
- 3 の 2 ずい道等の内部の、ずい道等の建設の作業のうち、鉱物等を積み込み、又は積み卸す場所における作業
- 4 坑内において鉱物等（湿潤なものを除く。）を運搬する作業。ただし、鉱物等を積載した車を牽引する機関車を運転する作業を除く。
- 5 坑内の、鉱物等（湿潤なものを除く。）を充てんし、又は岩粉を散布する場所における作業（次号に掲げる作業を除く。）
- 5 の 2 ずい道等の内部の、ずい道等の建設の作業のうち、コンクリート等を吹き付ける場所における作業
- 5 の 3 坑内であって、第1号から第3号の2まで又は前2号に規定する場所に近接する場所において、粉じんが付着し、又は堆積した機械設備又は電気設備を移設し、撤去し、点検し、又は補修する作業
- 6 岩石又は鉱物を裁断し、彫り、又は仕上げする場所における作業（第13号に掲げる作業を除く。）。ただし、次に掲げる作業を除く。
- イ 火炎を用いて裁断し、又は仕上げする場所における作業
 - ロ 設備による注水又は注油をしながら、裁断し、彫り、又は仕上げする場所における作業
- 7 研磨材の吹き付けにより研磨し、又は研磨材を用いて動力により、岩石、鉱物若しくは金属を研磨し、若しくはばかり取りし、若しくは金属を裁断する場所における作業（前号に掲げる作業を除く。）。ただし、設備による注水又は注油をしながら、研磨材を用いて動力により、岩石、鉱物若しくは金属を研磨し、若しくはばかり取りし、又は金属を裁断する場所における作業を除く。

- 8 鉱物等、炭素を主成分とする原料（以下「炭素原料」という。）又はアルミニウムはくを動力により破碎し、粉碎し、又はふるい分ける場所における作業（第3号、第15号又は第19号に掲げる作業を除く。）。ただし、次に掲げる作業を除く。
- イ 水又は油の中で動力により破碎し、粉碎し、又はふるい分ける場所における作業
 - ロ 設備による注水又は注油をしながら、鉱物等又は炭素原料を動力によりふるい分ける場所における作業
 - ハ 屋外の、設備による注水又は注油をしながら、鉱物等又は炭素原料を動力により破碎し、又は粉碎する場所における作業
- 9 セメント、フライアッシュ又は粉状の鉱石、炭素原料若しくは炭素製品を乾燥し、袋詰めし、積み込み、又は積み卸す場所における作業（第3号、第3号の2、第16号又は第18号に掲げる作業を除く。）
- 10 粉状のアルミニウム又は酸化チタンを袋詰めする場所における作業
- 11 粉状の鉱石又は炭素原料を原料又は材料として使用する物を製造し、又は加工する工程において、粉状の鉱石、炭素原料又はこれらを含む物を混合し、混入し、又は散布する場所における作業（次号から第14号までに掲げる作業を除く。）
- 12 ガラス又はほうろうを製造する工程において、原料を混合する場所における作業又は原料若しくは調合物を溶解炉に投げ入れる作業。ただし、水の中で原料を混合する場所における作業を除く。
- 13 陶磁器、耐火物、けい藻土製品又は研磨材を製造する工程において、原料を混合し、若しくは成形し、原料若しくは半製品を乾燥し、半製品を台車に積み込み、若しくは半製品若しくは製品を台車から積み卸し、仕上げし、若しくは荷造りする場所における作業又は窯の内部に立ち入る作業。ただし、次に掲げる作業を除く。
- イ 陶磁器を製造する工程において、原料を流し込み成形し、半製品を生仕上げし、又は製品を荷造りする場所における作業
 - ロ 水の中で原料を混合する場所における作業
- 14 炭素製品を製造する工程において、炭素原料を混合し、若しくは成形し、半製品を炉詰めし、又は半製品若しくは製品を炉出しし、若しくは仕上げする場所における作業。ただし、水の中で原料を混合する場所における作業を除く。
- 15 砂型を用いて鉄物を製造する工程において、砂型を造型し、砂型を壊し、砂落とし、砂を再生し、砂を混練し、又は鉄ばり等を削り取る場所における作業（第7号に掲げる作業を除く。）。ただし、設備による注水若しくは注油をしながら、又は水若しくは油の中で、砂を再生する場所における作業を除く。
- 16 鉱物等（湿潤なものを除く。）を運搬する船舶の船倉内で鉱物等（湿潤なものを除く。）をかき落とし、若しくはかき集める作業又はこれらの作業に伴い清掃を行う作業（水洗する等粉じんの飛散しない方法によって行うものを除く。）
- 17 金属その他無機物を製錬し、又は溶融する工程において、土石又は鉱物を開放炉に投げ入れ、焼結し、湯出しし、又は鉄込みする場所における作業。ただし、転炉から湯出しし、又は金型に鉄込みする場所における作業を除く。

- 18 粉状の鉱物を燃焼する工程又は金属その他無機物を製鍊し、若しくは溶融する工程において、炉、煙道、煙突等に付着し、若しくは堆積した鉱さい又は灰をかき落とし、かき集め、積み込み、積み卸し、又は容器に入れる場所における作業
- 19 耐火物を用いて窯、炉等を築造し、若しくは修理し、又は耐火物を用いた窯、炉等を解体し、若しくは破碎する作業
- 20 屋内、内又はタンク、船舶、管、車両等の内部において、金属を溶断し、又はアークを用いてガウジングする作業
- 20 の 2 金属をアーク溶接する作業
- 21 金属を溶射する場所における作業
- 22 染土の付着した蘆草を庫入れし、庫出しし、選別調整し、又は製織する場所における作業
- 23 長大ずい道（著しく長いずい道であって、厚生労働大臣が指定するものをいう。）の内部の、ホッパー車からバラストを取り卸し、又はマルチプルタイタンパーにより道床を突き固める場所における作業
- 24 石綿を解きほぐし、合剤し、紡績し、紡織し、吹き付けし、積み込み、若しくは積み卸し、又は石綿製品を積層し、縫い合わせ、切断し、研磨し、仕上げし、若しくは包装する場所における作業

粉じん作業の職歴の調査は、事業場の名称、従事している、又は従事していた粉じん作業の内容及び従事した期間を把握することによって行う。

この調査によって、粉じんへのばく露期間を確認することができると同時に、ばく露した粉じんの種類を推定することができる。また、その結果は、疫学的な評価を行う際のばく露の指標として重要なものである。

粉じん作業の職歴の調査に当たって注意すべき点は、別表に掲げられている作業のなかで、4号の作業、12号の作業のうちの「原料若しくは調合物を溶解炉に投げ入れる作業」、13号の作業のうちの「窯の内部に立ち入る作業」、16号の作業、19号の作業、20号の作業以外のものは、「～する場所における作業」と表現されており、各号に掲げられている作業行動（例えば、1号の場合には「掘削する」）に該当する作業を行っていなくても、その場所で別の作業（例えば、現場事務）を行っていれば、その作業は粉じん作業に該当するということである。

粉じん作業についての職歴を正確に把握するためには、事業場の衛生管理者等から被検者の粉じん作業の職歴に関する記録を提出させ、これをもとに調査することが望ましい。特に、被検者から正確な情報を聴き取り得ない場合には、この方法によることが有効である。

被検者のばく露の程度を把握するためには、ばく露期間のみでなく、ばく露度濃度を把握することが重要であるが、蓄積ばく露量の推定には、過去からの正確なばく露レベルについてのデータが集積されている必要があり、必ずしも容易ではない。しかし、じん肺が短期間で進行している労働者等においては、高濃度の粉じんにばく露されていることが考えられる。そのような場合、粉じん作業を行う屋内作業場については、労働安全衛生法（昭和47年法律第57号）第65条により粉じん濃度の測定が事業者に義務づけられており、かつ、その記録を7年間保存することとされているので、その測定結果を参考することが診断の一助となるとともに、予防及び進行の防止のための諸対策を講ずる基礎ともなる。

3. エックス線撮影検査及びエックス線写真の読影

(1) エックス線撮影法

じん肺法に基づき、じん肺健康診断及びじん肺管理区分の決定（以下「じん肺健康診断等」という。）においては、エックス線写真像を用いることとされている。じん肺健康診断等に用いることができるエックス線写真像には、アナログ画像であるフィルム写真、デジタル画像である「半導体平面検出器（FPD:Flat panel detector）を搭載した一般撮影装置による写真」（以下「DR（Digital radiography）（FPD）写真」という。）、Computed Radiographyによる写真（以下「CR写真」という。）がある。

じん肺健康診断等を行う前に、次の事項を確認することになっている¹⁾。

- ①全肺野の細部まで十分に読影が可能であること。
- ②適正な濃度とコントラストであること。
- ③陰影が強調されすぎていないこと。

じん肺の診断に当たっては、全肺野の細部まで十分に読影が可能な適正な濃度とコントラストをもつエックス線写真像により実施することが必要であり、コントラストが過度なもの等を用いることは避ける²⁾。

令和5（2023）年現在、じん肺健康診断等に用いられているエックス線写真は、ほとんどがDR（FPD）写真あるいはCR写真であることから、本稿ではこれらの撮影法について述べる。スクリーン/フィルム（SF）システムによるフィルム写真の撮影条件等については、「じん肺診査ハンドブック改訂第4版（労働省安全衛生部労働衛生課編 1987年 中央労働災害防止協会発行）」³⁾を参照されたい。

エックス線写真は、じん肺の程度を把握するための基本的な資料であり、このためには、適切なエックス線写真を用いて区分を行う必要がある。

イ. じん肺健康診断等のための DR（FPD）撮像表示条件

1. 撮影条件：

撮影時の吸気は適切に行わせ、呼吸の吸気停止時に撮影を行う。

電圧	110～140 [kV]
焦点被写体間距離	180～200 [cm]
出力サイズ	ライフサイズ（半切または大角）
撮影倍率	等倍撮影（縮小撮影は認めない）
撮影条件表示	出力画像に「メーカー毎画像処理条件」が分かるように表示すること
グリッド	限定しない
空間分解能	限定しない

2. 画像処理条件（一般的表記）：

階調処理	肺野部の最高濃度を1.6～2.0程度とすること
周波数処理	マルチ周波数処理を原則行わないこと。ただし、縦隔の画質の劣化等臨床的な問題が生じる場合には、メーカーに照会の上、専門家による読影委員会において認められたマルチ周波数処理を行うことができる。

3. メーカー毎の画像処理条件：

撮影においては、メーカー毎の画像処理条件^{4, 5)}を遵守しなければならない。これ以外の条件によるDR(FPD)写真の審査は適切ではない。

ロ. じん肺健康診断等のためのCR撮像表示条件

1. 撮影条件：

撮影時の吸気は適切に行わせ、呼吸の吸気停止時に撮影を行う。

電圧	110～140 [kV]
焦点被写体間距離	180～200 [cm]
出力サイズ	ライフサイズ（半切または大角）
グリッド	高密度グリッド使用で撮影電圧が120[kV]前後の時は格子比12:1 上記以上の撮影電圧の時は格子比14:1とすること
空間分解能（画素数）	画像サイズがフルサイズ（半切）の場合 イメージングプレート読み取り画素数3500×3500 [pixel]以上とすること

2. 画像処理条件（一般的表記）：

階調処理	肺野部の最高濃度を1.6～2.0程度とすること
周波数処理	低空間周波数(0周波数)成分に対して高周波成分(0.2cycle/mm以上)におけるレスポンスを1.0～1.2倍程度とすること (なお、濃度に応じて周波数応答を変化させる場合であっても、上記範囲内であること。)

3. メーカー毎の画像処理条件：

撮影においては、メーカー毎の画像処理条件^{4, 5)}を遵守しなければならない。これ以外の条件によるCR写真の審査は適切ではない。

ハ. じん肺健康診断に用いる医療機器の必要要件⁶⁾

下記(1)から(4)の要件を満たす必要がある。

(1) 画像データの保存装置

- ・画像データの保存は、グレースケール 10 ビット(1024 階調)以上、画素サイズ 200 ミクロン以下のフォーマットで行うこと。

- (2) キャプチャー機器(DR(FPD) 又は CR の撮影装置)及びビューワー(画像を表示するソフトウェア)
- ・DICOM Part14 に準拠した P—Value(グレースケール変換処理後の画素値)に対応した運用が行われていること。

- (3) 医療用モニター(ディスプレイ)

- ・解像度は 3 メガピクセル(1536×2048 ピクセル)以上のモニターを二面用いることが望ましい。6 メガピクセル以上であればその限りでない。
- ・輝度が 300cd/m² 以上であること。
- ・DICOM Part14 に準拠したキャリブレーション(表示の補正)がなされていること。

- (4) イメージャー(フィルム出力装置)

- ・DICOM Part14 に準拠した P—Value の画像データを適切に出力すること。

二. モニターを用いたじん肺画像の読影方法

モニターにデジタル版じん肺標準エックス線写真と審査する画像を表示して、両者を比較し、どの型に最も近い陰影であるかを検討して診断する。

参考通達および図書

- 1) 基安労発 0115 第 1 号 (平成 28 年 1 月 15 日)
- 2) 基発 0314 第 4 号 (平成 28 年 3 月 14 日)
- 3) 労働省安全衛生部労働衛生課編：じん肺診査ハンドブック改訂第 4 版，中央労働災害防止協会，東京，1987
- 4) 基安労発 0624 第 1 号 (平成 22 年 6 月 24 日)
- 5) 基安労発 0115 第 1 号 (平成 28 年 1 月 15 日)
- 6) 基安労発 0926 第 1 号 (平成 23 年 9 月 26 日)

(2) じん肺陰影の特徴

イ. 粒状影

粒状影を示すじん肺の代表はけい肺であるが、炭坑夫じん肺、溶接工肺、その他のじん肺でも粒状影を示す。以下、これらじん肺の粒状影の特徴について概説する。

(イ) けい肺

けい肺のエックス線写真像は、その他のじん肺と同様に、一般的に、吸入粉じん量により異なり必ずしも一律ではない。初期の極めて線維化の弱い時期には、個々の粒状影は認めにくく、末梢の血管影が見えにくくなり、血管影と血管影との間に異常陰影が出現し次第に増加していく。このような陰影は、上中肺野に初発する(特に側方部である)。けい肺の示す粒状影は、一般に濃厚で円形である。粒状影が両肺野に少数認められる段階のものをじん肺法では第 1 型としている。粒状影は、経過とともに次第に大きさと数を増してきて全肺野に及ぶようになる。遊離けい酸含有率の高い粉じんによるけい肺では、個々の結節の径が 10mm に達することがある。

吸入粉じん量が少ない場合や粉じんばく露期間が短い場合等には、このようなエックス線写真像を示すよりも、次に述べる「その他のじん肺」に類似した所見を呈することがある。

(ロ) 炭坑夫じん肺

炭坑夫じん肺のエックス線写真像は、けい肺に類似するが、けい肺の粒状影と比較すると、やや淡く、境界不鮮明な傾向にある。病理学的に線維化の程度が異なるためである。詳細は後述する「その他のじん肺」に記載する。

(ハ) 溶接工肺

溶接の際に発生するヒュームが吸入されて、肺胞内でマクロファージに貪食されることにより生じる。エックス線写真像にて中下肺野優位、左右均等に分布し、大きさが揃った淡い小粒状影を呈する。通常大陰影は形成せず、縦隔リンパ節腫大は伴わない。他のじん肺と異なり粉じん吸入環境からの離脱により陰影の改善を認めることができる。

(二) その他のじん肺

遊離けい酸含有率の低い粉じんや遊離けい酸を含まない粉じんによるじん肺のエックス線写真像及びその経過は、けい肺の場合と多少異なっている。このようなじん肺の粒状影も、一般的に粉じんの種類や吸入粉じん量により異なり、エックス線写真像の推移も異なっている。一般に、粒状ではあるがその形は種々であり、小さく、濃度が低い（淡い）。このような粒状影は、進展に伴ってその数を増してくるが、けい肺のように個々の径を増すことは稀である。

その他のじん肺のなかで、Mixed Dust（結晶質けい酸および弱線維原性けい酸塩の混合粉じん）により生じ、病理学的に Mixed Dust Fibrosis (MDF) を示すじん肺がある。MDF 主体のじん肺では、エックス線写真像上、けい肺で認める粒状影に比し淡く、その境界は不鮮明で粒状影がぼけて見える。これは MDF 結節では、周囲への線維化波及による境界不明瞭な結節像が反映されている。また、結晶質けい酸が極めて少ない混合粉じんによる macule 主体の病変は、強くなければエックス線写真像では描出されない。なお、以前は非典型けい肺という表現も使われていたが、この表現は正確ではなく使用するべきではない。

ロ. 不整形陰影

不整形陰影は石綿肺のほかにその他のじん肺にも認められる。

(イ) 石綿肺

石綿肺の不整形陰影は、下肺野に初発し次第に中肺野に及んでくる。最も初期の変化は、両側下肺野の微細な粒状影、異常線状影である。進行していくと、小さな輪型の陰影が加わって、細網状、網目状等の不整形陰影がその密度を増し、肋横角（肋横隔膜角）が消失し、横隔陰影（横隔膜陰影）や心界（心陰影）は不明瞭になる。さらに進行すると、網状影や蜂窩状影も現われて肺容量が低下していく。通常は対称性であるが時に一側に優勢なこともある。

石綿肺の特徴としては、以上述べた肺野の変化のほかに、胸膜プラークによる側壁胸膜の変化、横隔膜の変化、横隔膜上の石灰化影等があげられるが、これらについて後述する。

(ロ) その他のじん肺

その他のじん肺の場合にも、粒状影のほかに、種々の形の小さな濃度の低い（淡い）陰影が認められ、進展に伴ってその数を増してくる。

ハ. 大陰影

けい肺の場合には、上肺野における粒状影がその数と大きさを増してきて、次第に個々の粒状影が識別できない塊状影となり、比較的鮮銳な辺縁と濃厚な陰影を示す大陰影になるのが一般的な経過である。この大陰影の形成進展の前半では、肺野全般の粒状影分布はほとんど影響されない。しかし、収縮機転を伴う塊状影の形成に胸膜の癒着肥厚等が加わると、下肺野での気腫（性変化）が著明となり、肺門部の上方、側方、後方への偏位、心陰影ほか縦隔陰影の変形が生じ、下肺野での粒状影はエックス線写真像上粗あるいはほとんど認識できない状態となることがある。その際、他肺野の粒状影も同様に認識できなくなっていることが多い。

その他のじん肺でも、吸入粉じん量の増加等により大陰影に発達することがあるが、石綿肺をはじめとする不整形陰影を主体とするじん肺で、大陰影が出現することはない。

ニ. その他の変化

（イ）肺門影の変化

けい肺以外のじん肺でも肺門影の多少の増強を伴うが、特にけい肺ではその初期、肺野に明らかな粒状影を示さない以前にすでに肺門影の変化が目立ち、側面像も含め肺門リンパ節の腫脹が明らかな場合もある。著しい肺門部の病変は、肺門影を増強させ血管影の判読を困難とする。けい肺では、特に肺門リンパ節の高度の変化を伴うので、肺門影はコンマ状、腎臓形等の輪郭が比較的はつきりした陰影を示し、さらに長期間にわたる粉じんばく露者及び吸じん後長期間を経た者にはしばしば卵殻状石灰像を見る。なお、肺門の偏位（上・側方かつ後方）はじん肺の進行とともに多少とも認められる場合が多い。

（ロ）肺気腫

一般にけい肺では結節周囲に気腫を呈することは少ない。一方、炭坑夫じん肺では粉じん斑や炭粉結節周囲に気腫を伴うとの報告もあり、そのような気腫は focal emphysema とよばれる。大陰影を伴うじん肺では、大陰影が大きくなるにしたがって、その周囲残存肺の過膨張性変化/気腫化を生じ、傍癩痕性(paracicatricial)肺気腫とよばれる。

（3）じん肺エックス線写真像の分類

じん肺法では、エックス線写真の区分は次のように定められている。

型	エックス線写真の像
第1型	両肺野にじん肺による粒状影又は不整形陰影が少数あり、かつ、大陰影がないと認められるもの
第2型	両肺野にじん肺による粒状影又は不整形陰影が多数あり、かつ、大陰影がないと認められるもの
第3型	両肺野にじん肺による粒状影又は不整形陰影が極めて多数あり、かつ、大陰影がないと認められるもの
第4型	大陰影があると認められるもの

じん肺管理区分の決定に当たっては、上記に掲げた第1型から第4型までの区分を行う必要がある

が、それ以上の詳細な分類は必要ない。しかし、エックス線写真像から得られる情報については、病変の進行の判断、種々の比較検討などのために必要な限度において分類する必要がある。

小陰影の密度(PR : profusion rate)と大陰影の有無に応じて第1~4型が決定されるが、「じん肺管理区分決定通知書」の「じん肺健康診断の結果」の欄の記号は、それぞれ次の意味を表すものである。

PR₀:じん肺の所見がない。

PR₁:エックス線写真の像が第1型である。

PR₂:エックス線写真の像が第2型である。

PR₃:エックス線写真の像が第3型である。

PR₄:エックス線写真の像が第4型である。

イ. 小陰影の分類

(イ) 粒状影

粒状影のタイプは、主要陰影の径に従って分類する。

p = 直径 1.5mm までのもの

q = 直径 1.5mm を超えて 3mm までのもの

r = 直径 3mm を超えて 10mm までのもの

型の区分は、粒状影の密度に応じて次のように区分する。

第1型—両肺野に少数あるもの

第2型—両肺野に多数あるもの

第3型—両肺野に極めて多数あるもの

型の区分に当たっては、標準エックス線写真によることとする。型の区分を行う際には、12階尺度を用いることとする。

12階尺度の概要は次のとおりである。

0/-……正常構造が特によくみえるもの（普通若い人にみられる。このような所見はあまり多くない。）

0/0 ……じん肺の陰影が認められないもの

0/1 ……じん肺の陰影は認められるが、第1型と判定するに至らないもの

1/0 ……第1型と判定するが、標準エックス線写真の“第1型(1/1)”に至っているとは認められないもの

1/1 ……標準エックス線写真の“第1型(1/1)”におおむね一致すると判定されるもの

1/2 ……第1型と判定するが標準エックス線写真の“第1型(1/1)”よりは数が多いと認められるもの

2/1 ……第2型と判定するが標準エックス線写真の“第2型(2/2)”よりは数が少ないと認められるもの

2/2 ……標準エックス線写真の“第2型(2/2)”におおむね一致すると判定されるもの

2/3 ……第2型と判定するが、標準エックス線写真の“第2型(2/2)”よりは数が多いと認められるもの

3/2 ……第3型と判定するが、標準エックス線写真の“第3型(3/3)”よりは数が少ないと認められるもの

3/3 ……標準エックス線写真の“第3型(3/3)”におおむね一致すると判定されるもの

3/+……第3型と判定するが、標準エックス線写真の“第3型(3/3)”よりは数が多いと認められるもの

型の区分に当たっては、じん肺の種類に応じて対応する標準エックス線写真を用い、粒状影の密度に応じて区分する。

じん肺健康診断結果証明書には、従来の読影結果との推移を点検すること、疫学的情報を得ること等の目的から、この12階尺度により区分し記載することとし粒状影のタイプについて記載する。

分類	PR ₀			PR ₁			PR ₂			PR ₃		
細分類	0/-	0/0	0/1	1/0	1/1	1/2	2/1	2/2	2/3	3/2	3/3	3/+

(ロ) 不整形陰影

不整形陰影は、主に線状、細網状、線維状、網目状、蜂窩状、斑状とよばれている像をいう。

型の区分は、不整形陰影の密度に応じて次のように区分する。

第1型—両肺野に少數あるもの

第2型—両肺野に多数あるもの

第3型—両肺野に極めて多数あるもの

型の区分に当たっては標準エックス線写真によることとし、じん肺の種類に応じて対応する標準エックス線写真を用い、不整形陰影の密度に応じて、粒状影と同様に12階尺度を用いて区分する。

じん肺健康診断結果証明書には、粒状影の場合と同様に12階尺度を用いて記載する。

(ハ) その他の陰影

典型的な粒状影や不整形陰影ではなく、例えば小葉中心性の淡いすりガラス状の粒状影を示したり、粒状影や不整形陰影と混在したりするものをその他の陰影とする。

型の区分は、その他の陰影の密度に応じて次のように区分する。

第1型—両肺野に少數あるもの

第2型—両肺野に多数あるもの

第3型—両肺野に極めて多数あるもの

型の区分に当たっては、標準エックス線写真によることとする。

口. 大陰影の分類

1つの陰影の長径が1cmを超えるものが大陰影であり、その径に従って次のように分類する。

A —— 陰影が1つの場合には、その最大径が1cmを超えるもの（図1A）。

数個の場合には、個々の影が1cm以上で、その最大径の和が5cmを超えないもの（図1B）。

B —— 陰影が1つ又はそれ以上で、Aを超えており、その面積の和が1側肺野の1/3（右上肺野相当域）を超えないもの（図2）。

C —— 陰影が1つ又はそれ以上で、その面積の和が1側肺野の1/3（右上肺野相当域）を超えるもの（図3）。

じん肺管理区分に係る大陰影の区分は、上記Cに該当するか否かの区分で足りるが、疫学的情報を得る等の目的からA、B、Cの区分を行う。

1<最大径a≤5cm

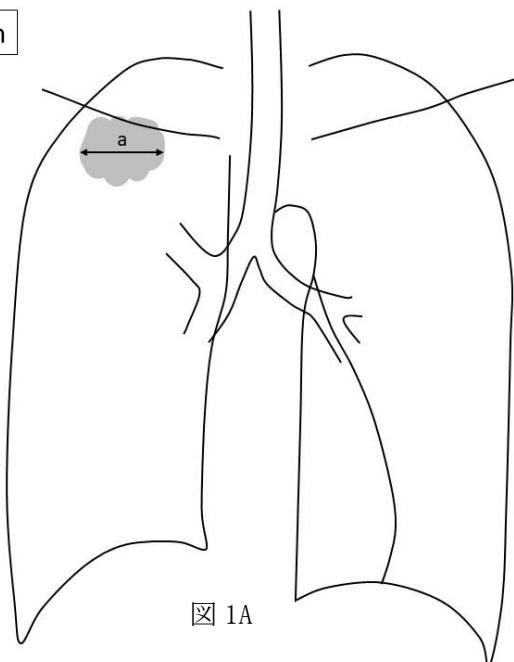


図 1A

最大径a≥1cm
最大径b≥1cm
最大径c≥1cm
a+b+c≤5cm

注)大陰影が3個の場合

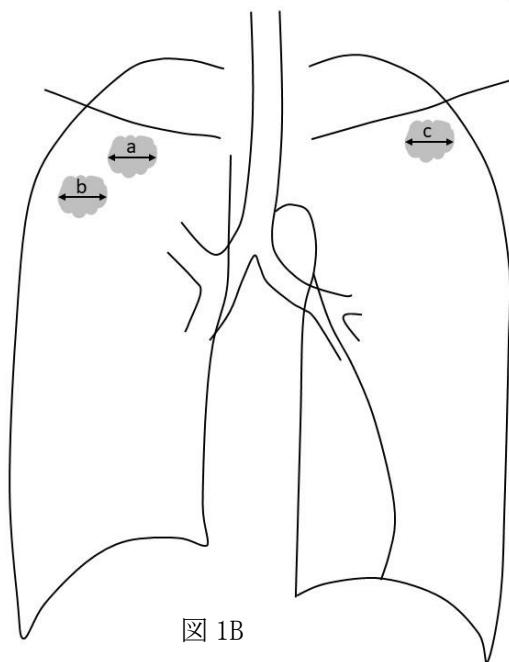


図 1B

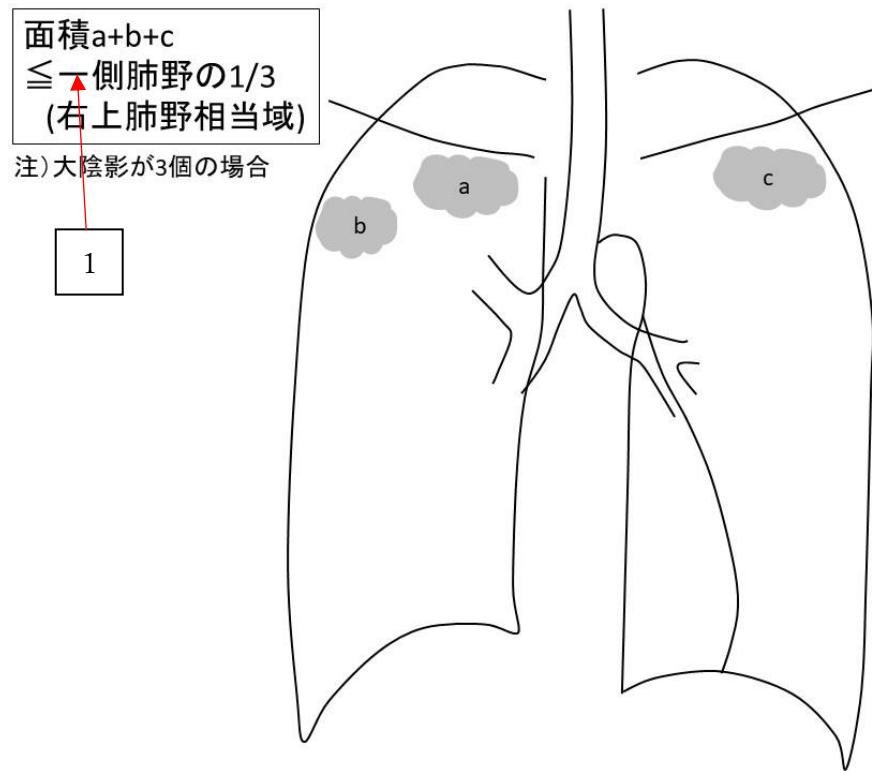


図 2

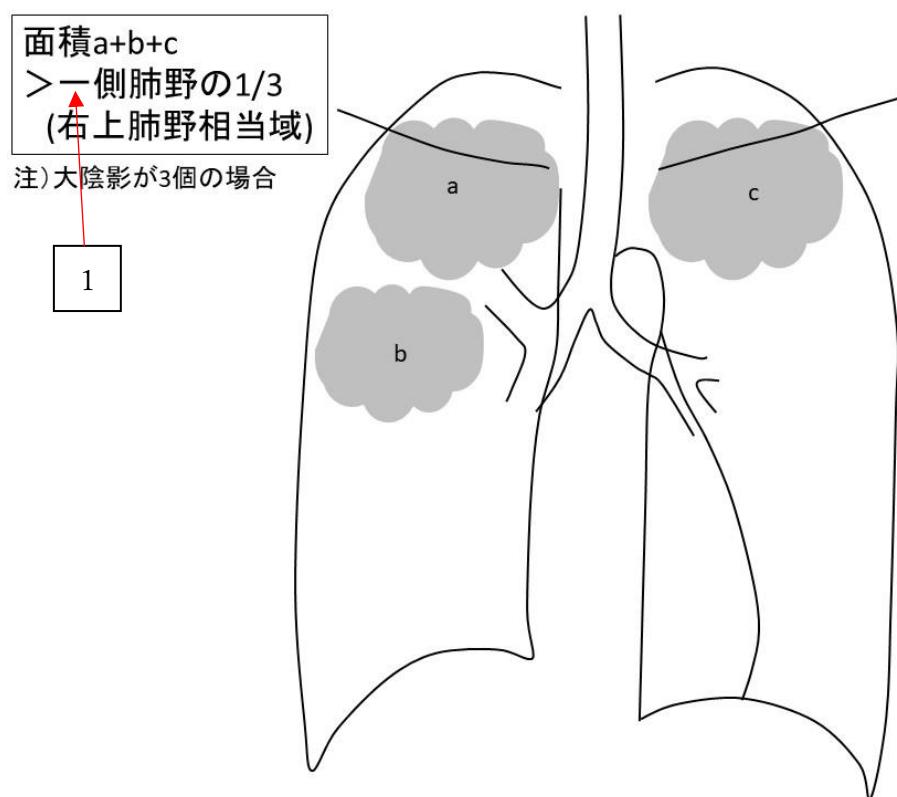


図 3

ハ. その他の像

小陰影、大陰影のほかに、エックス線写真像に現れたじん肺所見以外の所見についても、合併症に関する情報、疫学的情報、保健指導のための資料の収集等の目的から、その所見の有無について読影の際に留意する必要がある。留意すべき所見は次のとおりである（図4）。

- ・ 胸膜肥厚等の胸膜の変化（石灰化像を除く） (p1) (①)
- ・ 胸膜石灰化像 (p1c) (②)
- ・ 心臓の大きさ、形状の異常 (co) (③)
- ・ ブラ（のう胞） (bu) (④)
- ・ 空洞 (cv) (⑤)
- ・ 著明な肺気腫 (em)
- ・ 肺門又は縦隔リンパ節の卵殻状石灰沈着 (es) (⑥)
- ・ 肺又は胸膜のがん (ca) (⑦)
- ・ 気胸 (px) (⑧)
- ・ 肺結核 (tb) (⑨)

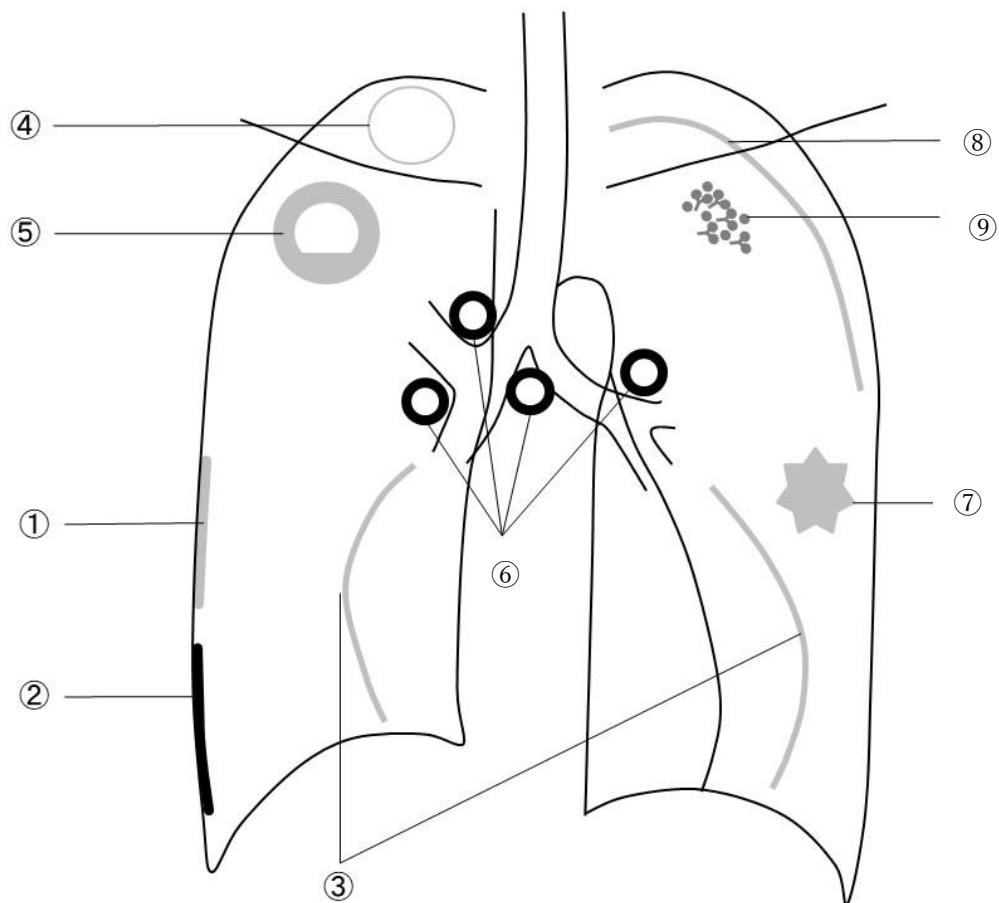


図4

(4) じん肺標準エックス線写真の概略と使用法

じん肺のエックス線写真像の区分の判定に当たっては、「じん肺標準エックス線フィルム」が用いられてきたところ、デジタル画像の普及に対応するため、平成 23 (2011) 年に「じん肺標準エックス線写真集」のフィルム版及び電子媒体版が作成された。さらに、「じん肺標準エックス線写真集」は、令和 5 (2023) 年から改定が検討され、令和 8 (2026) 年に改定版が発行された。

表 じん肺標準エックス線写真集 (令和 7 年度改定版 (仮))

通番	陰影の種類	型 (区分)	年齢	性別	粉じん作業歴
1	所見なし	第 0 型 (0/0)	33	男	鉄粉製造 15 年
2	所見なし	第 0 型 (0/0)	42	男	トンネル運搬 15 年
3	粒状影	第 0 型 (0/1)	69	男	耐火レンガ製造 35 年
4	粒状影	第 1 型 (1/0)	79	男	耐火レンガ製造 41 年
5	粒状影	第 1 型 (1/0)	58	男	トンネル掘削 21 年
6	粒状影	第 1 型 (1/1)	76	男	耐火レンガ製造 55 年
7	粒状影	第 1 型 (1/1)	69	男	耐火レンガ製造 43 年
8	粒状影	第 1 型 (1/1)	89	男	石の粉碎・運搬 30 年
9	粒状影	第 2 型 (2/2)	73	男	耐火レンガ製造 38 年
10	粒状影	第 2 型 (2/2)	65	男	石材運搬 39 年
11	粒状影	第 2 型 (2/2)	79	男	クレー 23 年、レンガ 6 年
12	粒状影	第 3 型 (3/3)	79	男	石材掘削 45 年
13	粒状影	第 3 型 (3/3)	66	男	トンネル掘削 11 年
14	大陰影	第 4 型 (A)	71	男	掘進・採炭・坑内運搬 30 年
15	大陰影	第 4 型 (A)	79	男	レンガ 11 年コンクリ 34 年
16	大陰影	第 4 型 (B)	72	男	トンネル掘削 8 年
17	大陰影	第 4 型 (B)	81	男	石材掘削、運搬 46 年
18	大陰影	第 4 型 (C)	69	男	採炭・坑内運搬 31 年
19	大陰影	第 4 型 (C)	79	男	石材加工 42 年
20	不整形陰影	第 0 型 (0/1)	71	男	石綿吹付 12 年
21	不整形陰影	第 1 型 (1/0)	78	男	船舶ボイラ一補修等 35 年
22	不整形陰影	第 1 型 (1/0)	74	男	石綿加工 25 年
23	不整形陰影	第 1 型 (1/1)	77	男	石綿吹きつけ 10 年
24	不整形陰影	第 1 型 (1/1)	67	男	鋳物工場アーク溶接 38 年
25	不整形陰影	第 2 型 (2/1)	70	男	石綿使用 40 年
26	不整形陰影	第 2 型 (2/1)	78	男	断熱・保温作業 31 年
27	不整形陰影	第 2 型 (2/2)	72	男	造船溶接 20 年

28	不整形陰影	第2型(2/2)	68	男	石綿板の作成 30年
29	不整形陰影	第2型(2/2)	73	男	断熱・保温作業 34年
30	その他の陰影	第2型(2/2)	52	男	粉状酸化チタン袋詰め作業 23年
31	不整形陰影	第3型(3/3)	66	男	造船溶接 28年
32	不整形陰影	第3型(3/3)	54	男	石綿吹きつけ 15年
33	その他の陰影	第1型(1/2)	41	男	アーク溶接作業 17年
34	その他の陰影	第2型(2/2)	77	男	黒鉛取扱 31年
35	その他の陰影	第2型(2/2)	73	男	金属研磨 40年
36	その他の陰影	第2型(2/2)	66	男	い草製品製造 36年
37	その他の陰影	第2型(2/2)	65	男	ベリリウム磁器製造 2ヶ月
38	その他の陰影	第2型(2/2)	58	男	溶接 23年
39	粒状影	それぞれの陰影について、各型(区分)を一覧できるようまとめたもの。			
40	不整形陰影				

また、じん肺標準エックス線フィルム(増補版、昭和53年)の構成は次表のとおりである。

表 じん肺標準エックス線フィルム(増補版、昭和53年)

じん 肺の 種類	フィ ルム 番号	エックス線写 真の型(区 分)	性 別	年 齢	粉じん作業歴	
け い 肺	1	第0型(0/0)	男	30	土木工事業・掘削	10年
	2	第0型(0/1)	男	62	金属鉱業・運搬	26年
	3	第0型(0/1)	男	49	製紙業・滑石粉取扱い	15年
	4	第1型(1/0)	男	51	土木工事業・掘削、窯業・タイル製造	16年
	5	第1型(1/1)	男	55	窯業・瓦成型、碎石業・碎石	21年
	6	第1型(1/1)	男	49	窯業・タイル成型	22年
	7	第2型(2/2)	男	67	金属鉱業・選鉱	41年
	8	第3型(3/3)	男	54	金属鉱業・削岩	21年
	9	第4型(A)	男	60	窯業・練瓦積	31年
石 綿 肺	10	第1型(1/0)	男	56	石綿製品製造業・加工	29年
	11	第1型(1/1)	男	55	石綿製品製造業・加工	32年
	12	第2型(2/2)	男	56	石綿紡績業・原料混合	29年
	13	第2型(2/2)	男	45	石綿製品製造業・加工	17年
	14	第3型(3/3)	男	55	石綿製品製造業・加工	32年
そ の 他 の	15	第1型(1/0)	男	47	炭素製品製造業・活性炭袋詰	7.5年
	16	第1型(1/0)	男	45	造船業・アーク溶接	27年
	17	第1型(1/0)	男	50	造船業・アーク溶接	32年
	18		男	53	石炭鉱業・掘進	28年

じん肺	19 20 21	第1型(1/1) 第2型(2/2) 第3型(3/3) 第4型(C)	男 女 男	52 58 56	金属鉱業・削岩 炭素製品製造業・活性炭混炭 炭素製品製造業・黒鉛粉碎	13年 6年 24年
フィルム番号	組合せエックス線写真の型					
22	けい肺 0型、1型、2型、3型					
23	石綿肺 0型、1型、2型、3型					

じん肺標準エックス線写真の使い方

エックス線写真の読影に当たっては、粉じん作業についての職歴調査の結果等により、どの種類のじん肺のエックス線写真を用いるかをまず判断し、各型の標準エックス線写真と対象のエックス線写真を比較しながら12階尺度を用いて判断する。どこから第1型と判断するかについては、第1型の下限(1/0)の写真とじん肺の所見がないと判断する上限(0/1)の写真とを用いて判断を行う。

(5) じん肺の合併症・続発症の評価におけるCT検査の有用性

じん肺管理区分決定に際し、CT画像はあくまでも参考までであり、エックス線写真像の所見をもって決定される。しかし、管理区分2以上が疑われ、エックス線写真像においてじん肺陰影以外の異常陰影が認められた場合、その陰影を詳細に検討する際にCT検査が有用である。CT検査は、骨、縦隔陰影や既存のじん肺陰影のためエックス線写真像では十分に把握できない病巣の情報を得ることができる。以下にそれぞれの合併症・続発症についての留意点を述べる。

1. 肺結核

CT検査は、空洞の有無や微小な粒状影の検出に優れている。病態の把握には過去画像との比較も有力になることが多い。

2. 結核性胸膜炎

エックス線写真像で描出されない胸水を確認できることがある。自覚症状で胸痛や発熱を認めるが、肺内に肺炎像を認めない場合には結核性胸膜炎の罹患を疑い、必要な検査（胸水中の結核菌検査、細胞診、アデノシンデアミナーゼ測定など）を行う。

3. 続発性気管支拡張症

エックス線写真像でも気管支拡張がかなり進行した場合には読影し得るが、気管支の形態的変化を確認するためにはCT検査が有用であり、罹患領域における気管支壁肥厚や気管支陰影の円柱状、静脈瘤様、のう胞状拡張が確認できれば、気管支拡張症の診断が可能である。

4. 続発性気胸

続発性気胸は、じん肺の進行とともに発生頻度が増加する。じん肺の合併症のなかでも頻度が多く、致死的になる場合もある。一般的にはエックス線写真像およびその他の所見（突然の胸痛、呼吸困難、呼吸音減弱など）により診断は確定する。しかし、じん肺または肺結核などによる胸膜瘻着、大陰影にともなう気腫性囊胞などにより非典型的なエックス線写真像の所見を示し、必ずしも診断を確定しえない場合もある。このような場合にはCT検査が有用である。

5. 原発性肺がん

平成 15（2003）年のじん肺法施行規則の改正により、同年 4 月からじん肺の合併症に原発性肺がんが追加され、年に 1 回の肺がんに関する検査（肺がんに罹患している疑いがないと診断された時以外は、胸部らせん CT 検査および喀痰細胞診）の実施が事業者に義務づけられた。

肺がんは気胸とともに頻度が高く、また高度に進行したじん肺例では治療も制限されることが多いことから、早期に診断することが必要である。エックス線写真像で、典型的なじん肺の分布とは異なる陰影、新たに生じた陰影、進展の速い陰影などが認められた場合は CT 検査が有用である。

（6）じん肺の鑑別診断における CT 検査の有用性

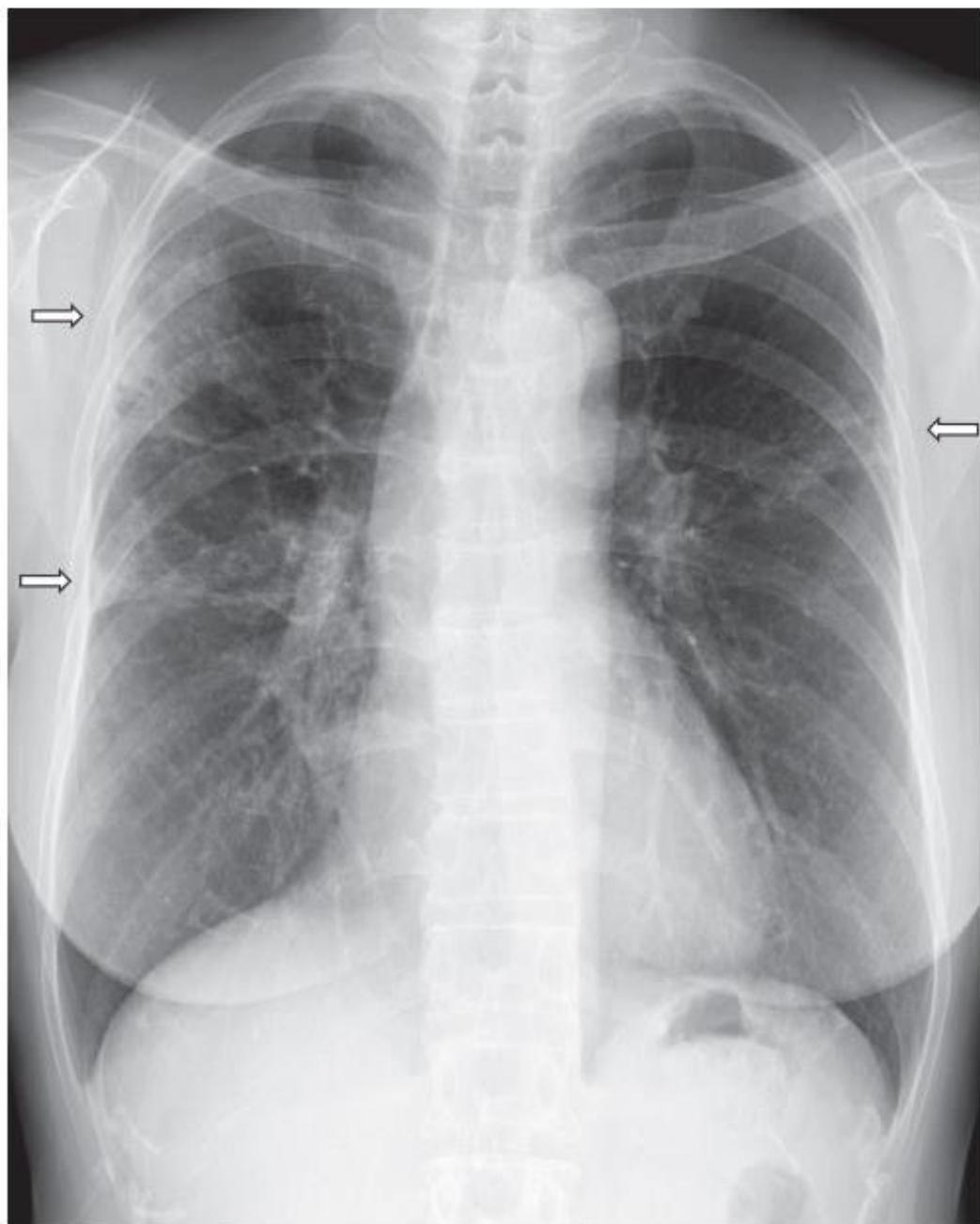
じん肺以外にもエックス線写真像にて粒状影を呈する疾患があり、それら鑑別疾患の CT 画像を以下に挙げる。

（厚生労働省 令和 3 年度労災疾病臨床研究事業費補助金事業 「モニターを用いたじん肺画像診断に関する研究」分担研究 「じん肺 画像診断テキスト～じん肺を正しく診断するためのポイント～」より転載）

症例

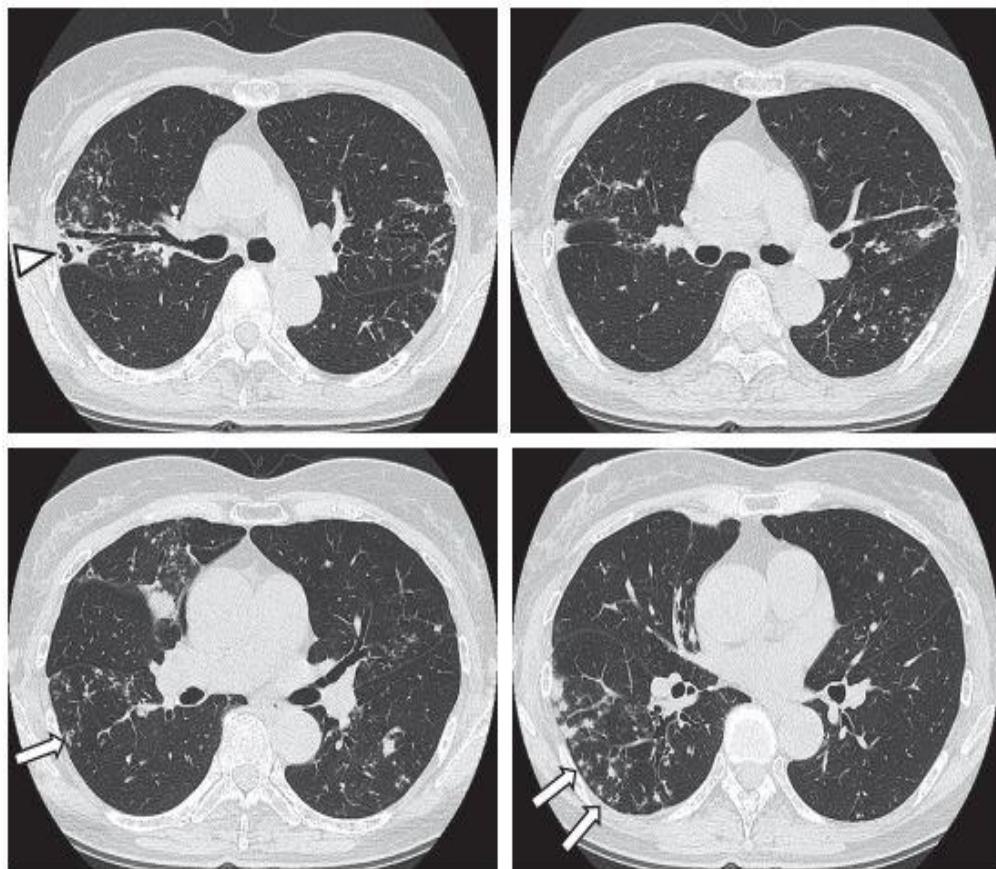
非結核性抗酸菌症 (MAC 症)

● 60歳台 女性 ● 鑑別：粒状影 第2型



▲胸部X線

右側優位に両側の上中肺野に気管支拡張や壁肥厚が認められ、周囲に粒状影や結節影が認められる（矢印）。



▲胸部CT

肺野条件の薄層CTで、中肺野レベル優位に気管支拡張や気管支壁肥厚が認められ、末梢では胸膜と少し離れた小葉中心性粒状影や粒状影が融合した結節が認められる（矢印）。一部には空洞形成を伴う小葉性陰影が認められる（矢頭）。

症例 サルコイドーシス②

●40歳台 男性 ●鑑別：粒状影 第3型



▲胸部X線

両側肺野にびまん性に粒状影が認められ、背景血管の走行が不明瞭な部分もあり、第3型の珪肺が疑われる。

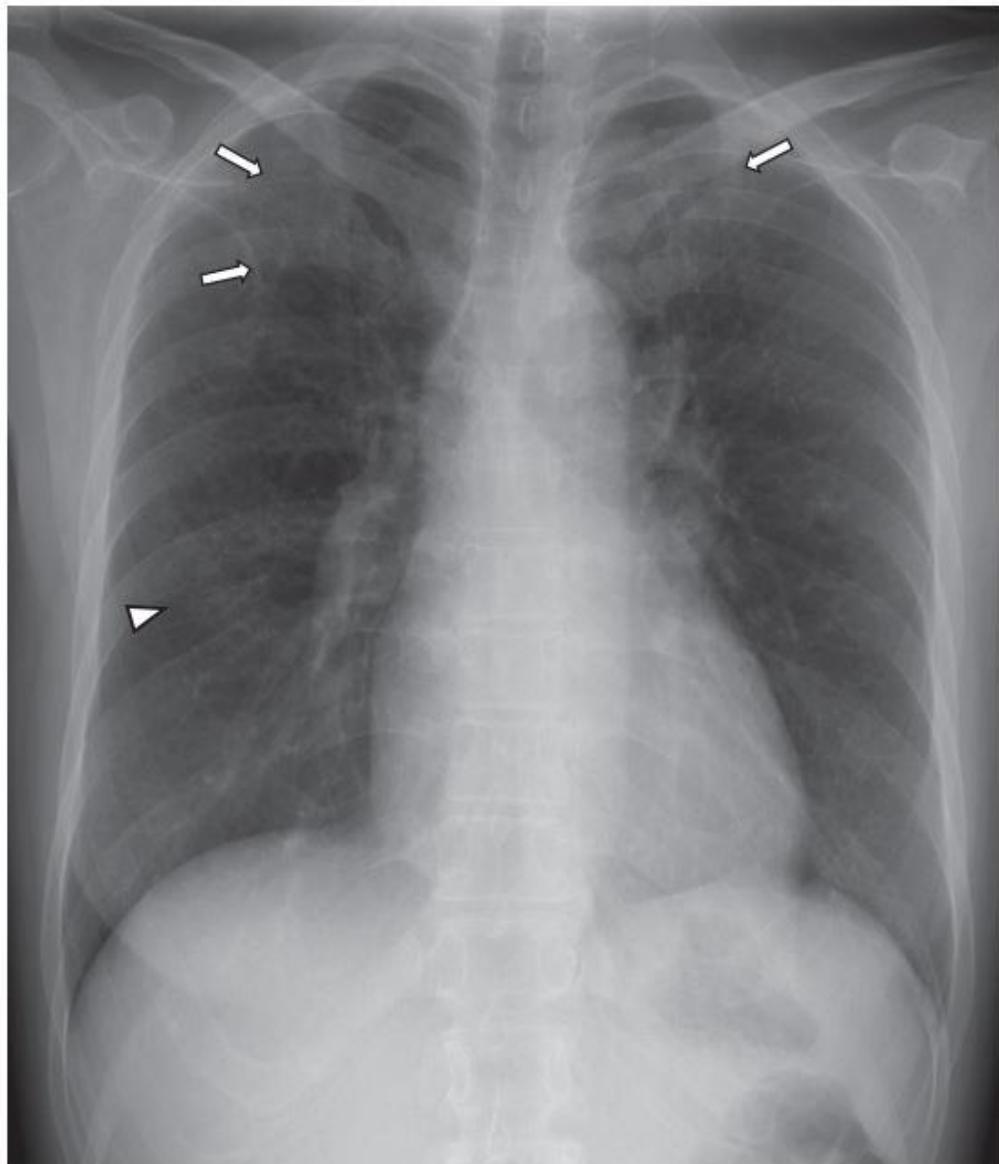


▲胸部CT

肺野条件の薄層CTで、両側上中肺野レベル主体に、不整形の粒状影、収縮機転を有する結節などがびまん性に認められる。多くは血管構造、胸膜、葉間胸膜に接している（長矢印）。また、気管支血管束の不整な肥厚像も認められ（矢頭）、病変がリンパ路性間質に親和性を有していることが疑われる。不整に粒状影が集簇している所見もみられるが（短矢印）、病変の軽度線維化によって収縮機転を生じている可能性がある。縦隔にリンパ節腫大も観察される。

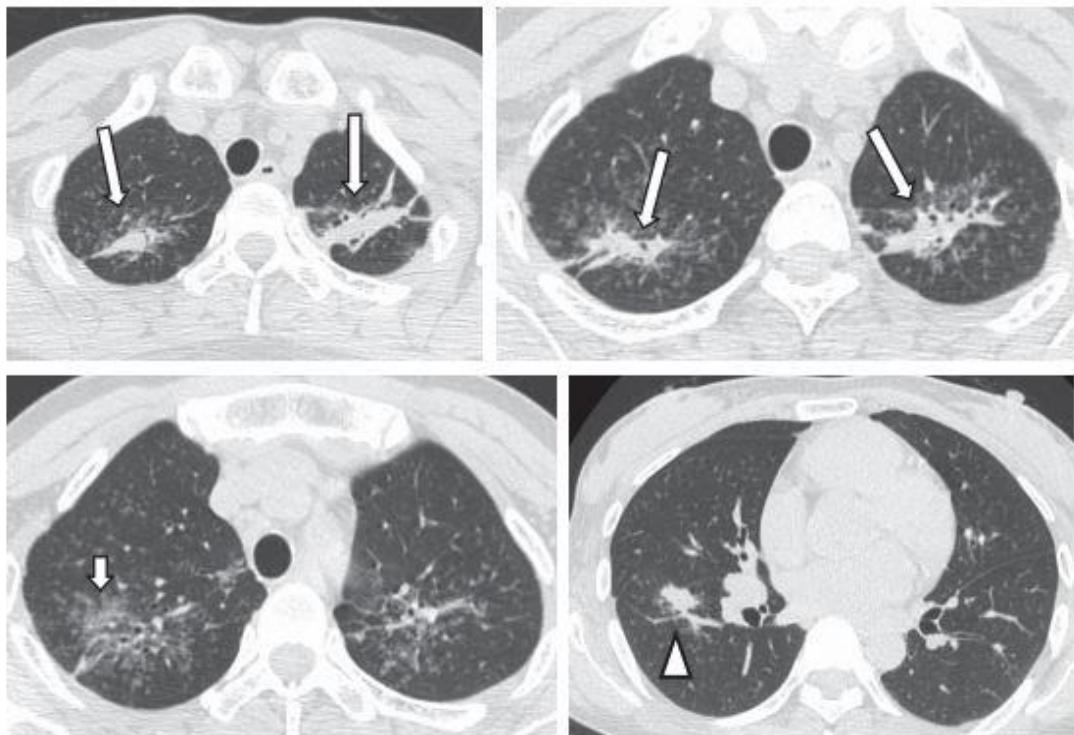
症例 サルコイドーシス④

●50歳台 男性 ●鑑別：大陰影 第4型 (A)



▲胸部X線

両側上肺野に比較的境界明瞭な透過性低下領域が認められる（矢印）。右側中肺野にも辺縁不明瞭な限局性の透過性低下領域が認められる（矢頭）。



▲胸部CT

肺野条件の薄層CTで、両側上葉主体に、厚い索状影あるいは扁平な腫瘤様陰影が認められ、その周囲には微細な粒状影が集簇している。(長矢印)。病変はひきつれを伴った不整な形状をしており、ある程度の器質化、線維化を伴っている可能性が高い。尾側の肺にも淡い粒状影の集簇が認められ、多くは血管や気道との関連性が高い(短矢印)。右下葉の葉間胸膜に接しても不整形の腫瘤が認められるが(矢頭)、同部においてもその周囲には微細な粒状影が認められる。粗大陰影が胸部X線で第4型(A)として捉えられる可能性がある。

症例

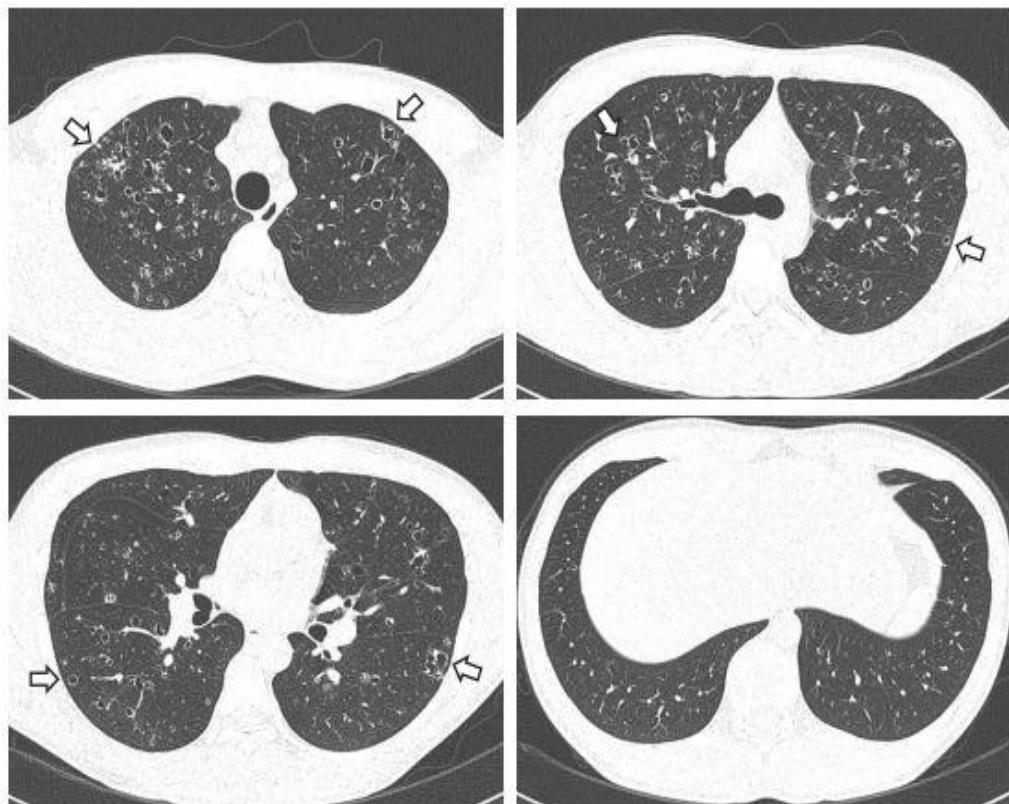
ランゲルハンス細胞組織球症①

● 20歳台 男性 ● 喫煙歴：不明 ● 鑑別：粒状影 第2型



▲胸部X線

両側上中肺野優位に多数の粒状・結節影が認められる。肋骨横隔膜角部に病変は明らかでない。



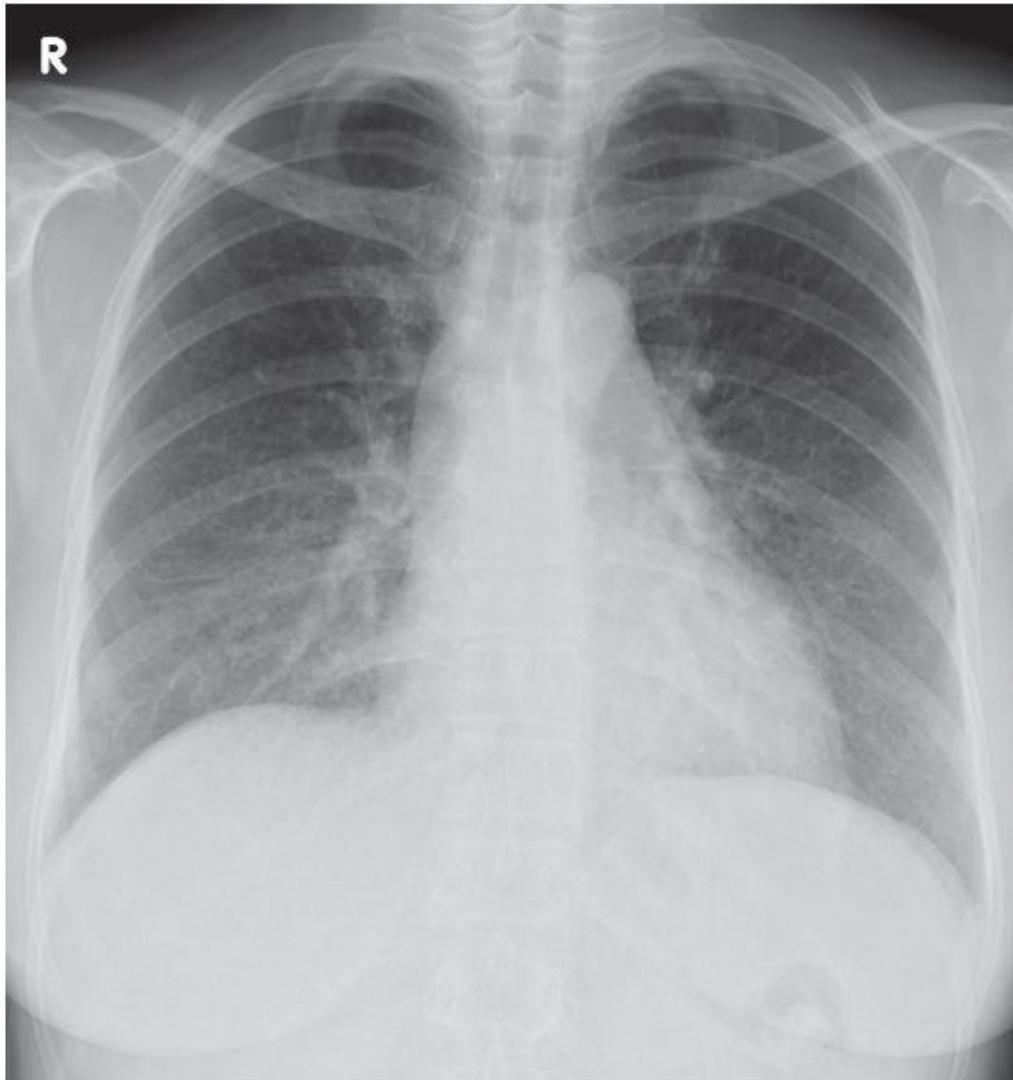
▲胸部CT

肺野条件の薄層CTで、壁の厚さが不同で歪な形状の囊胞が多数認められる（矢印）。10mm以下の小結節と空洞性結節の混在も確認される。肺底部には比較的病変が少ない。

症例

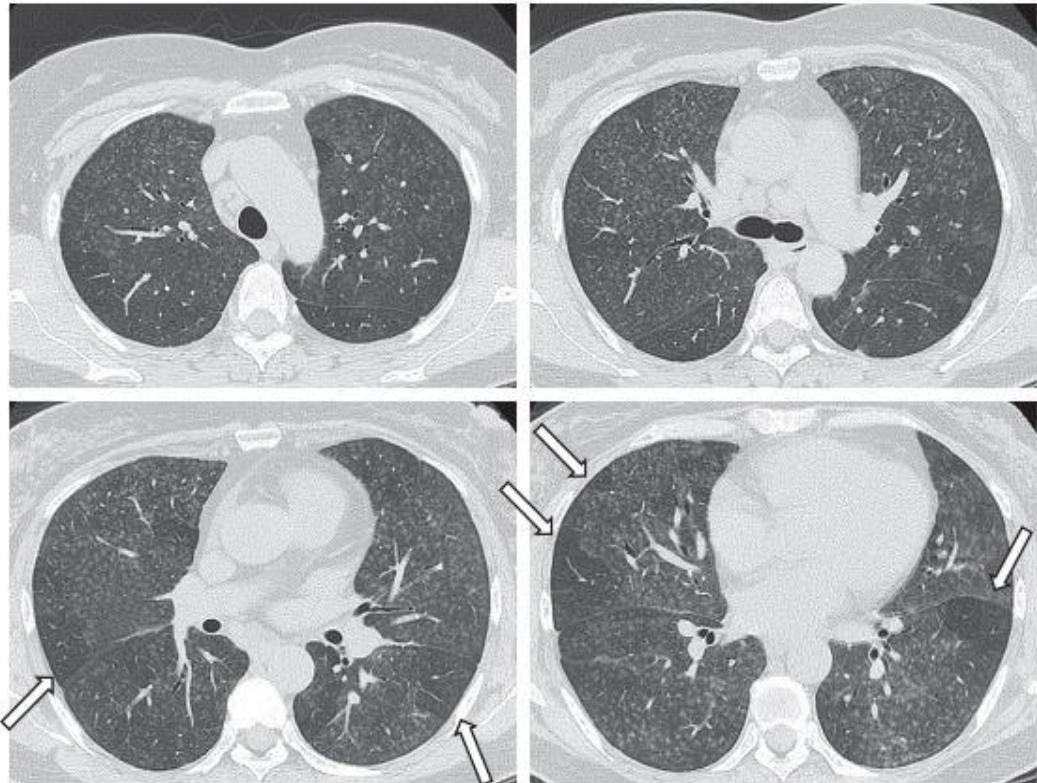
非線維化性（亞急性）過敏性肺臓炎

● 50歳台 女性 ● 鑑別：溶接工肺 、い草染土じん肺



▲胸部X線

両側肺野びまん性に境界不明瞭な淡い微細粒状影が多発性に認められる。



▲胸部CT

肺野条件の薄層CTで、両側肺びまん性に極めて多数の淡い小葉中心性粒状影が認められる。Air trappingによると思われる低吸収域がモザイクパターンとして認められる（矢印）。

【付】じん肺審査における CT 検査の位置づけ

じん肺審査における CT 検査の位置づけは、通常の呼吸器診療と異なっており注意が必要である。

じん肺健康診断に用いる画像はじん肺法第 3 条においてエックス線写真とされており、エックス線写真をじん肺標準エックス線写真と対比して、じん肺の PR 分類を決定することになる。したがって日常の呼吸器診療において CT 検査は幅広く利用されているが、じん肺審査においては、エックス線写真を用いずに CT 画像に基づいて PR 分類を決定することはない。ただし、CT 画像をじん肺健康診断の際に CT 検査の限界も考慮しつつ参考資料として閲覧して、特にじん肺所見があると総合的に判断する場合には、利用して差し支えない。

したがって、じん肺審査の対象者が CT 検査を実施されている場合は、必要があれば都道府県労働局から申請者に CT 画像の提出を依頼することができる。

また、管理区分 2 以上と決定され、経過観察中にエックス線写真像においてじん肺陰影以外の異常陰影が認められた場合や臨床所見から合併症が疑われる場合は、その精査として CT 検査を積極的に実施すべきである。

4. 胸部臨床検査

(1) じん肺の経過の調査

じん肺所見が初めて確認された時期及びその後のじん肺の経過を詳細に把握することは、健康診断実施時点でのじん肺の病像の的確な把握に不可欠であるとともに、じん肺の進行の程度に応じた適切な健康管理を進めていく上でも極めて重要である。

粉じん作業に長期間従事している労働者では、初めてじん肺所見が確認された時期を受診者の問診によって正確に把握することが困難な場合が少なくない。また、じん肺のエックス線写真像及び肺機能障害の程度を問診により的確に把握することも困難な場合がある。従って、じん肺の経過の把握に当たっては、じん肺法第14条に基づき事業者が労働者にじん肺管理区分等を通知した「じん肺管理区分等通知書」(様式第5号)又は事業者が保存している「じん肺の健康管理の区分の決定通知書」(旧じん肺法によるもの)、「じん肺管理区分決定通知書」(様式第4号)等の書面を参考にするほか、事業場で作成している管理台帳、健康管理個人票等を利用して、できる限り正確に記載する必要がある。

(2) 既往歴の調査

胸部の疾患の既往についての調査は、じん肺の診断、経過の判断のためのみならず、健康管理のための資料を得る上でも重要である。既往の調査に当たっては、既往の有無、罹患の時期等について調査を行う必要がある。なお、調査は、被検者に直接問診を行うか、あらかじめ、被検者に問診票に記入させて、検査の場面で再確認を行ってもよい。以下、調査の対象とすべき疾患の概略について述べる。

イ. 肺結核

肺結核がじん肺における重篤な合併症であることはよく知られている。また、じん肺の予後に悪影響を及ぼす。このため、既往歴の調査に当たっては特に注意を払う必要がある。

ロ. 胸膜炎

胸膜炎には結核性のものが多く、一般に経過は良好であるが胸膜肥厚をきたすことがある。このような変化を伴う場合、肺機能に影響を及ぼすことがある。また、胸膜炎の罹患はじん肺の進行等にも影響があるとの指摘もあり、その既往を点検する必要がある。

ハ. 気管支炎

じん肺有所見者に持続性のせき、たんの症状を訴える者が多いことが多くの調査で知られている。じん肺は気道の慢性炎症性変化を伴っていることは既に述べたとおりであり、このような慢性炎症性変化に細菌感染等が加わると膿性のたんを伴う気管支炎を発症する。このような気管支炎に何回も罹患すると肺の荒廃が進行し、肺機能障害も進行する。このような意味で、慢性的な気管支炎の既往を調査することは重要である。

ニ. 気管支拡張症

じん肺には、気管支自体の変化、肺実質の変化等により気管支拡張が起こりやすい。気管支拡張が広範に及ぶと感染をきたしやすくなり、じん肺有所見者の健康保持上からも十分な配慮が必要である。

ホ. 気管支喘息

じん肺と喘息とは自覚症として呼吸困難、せき、たんを伴うことから類似している部分もある。喘息における呼吸困難は発作的で、かつ、非発作時には症状が消失することから、典型的な喘息では鑑別は容易である。

喘息は放置することにより気道のリモデリングを起こし、じん肺の予後、治療に影響を及ぼすことがある。一方、適切な治療により症状が改善し、リモデリングを予防できることから、的確に喘息の存在を把握し、対処しなければならない。そのためには既往歴のみならず、家族歴、気管支拡張剤投与前後の1秒量の変化、呼気中のFeNO、血清IgEや血中あるいは喀痰中の好酸球数により喘息の有無を知る必要がある。

ヘ. 肺気腫

大陰影を伴う進行したじん肺では、気腫性変化を伴うものが多い。前述のように、特に炭鉱夫じん肺に肺気腫が合併することが指摘されている。一方、肺気腫はじん肺の肺機能障害に及ぼす影響が大きく、かつ、その変化が不可逆的なものである。肺気腫の有無は、このような意味でじん肺の肺機能障害を判断する際に極めて重要である。喫煙は肺気腫の進行に大きな影響を与えるため、判断に際しては喫煙の影響も考慮する必要がある。

ト. 心臓疾患

じん肺有所見者の訴える呼吸困難が、実はその患者の心臓疾患に起因していたということがしばしばあり、また、高齢者で冠動脈硬化症、高血圧性心疾患を伴う場合、じん肺と心疾患いずれが主体であるか決め難いことが少なくない。いずれにせよ心疾患患者はじん肺と同様の自覚症状を伴うことから、既往歴をよく確かめ、心疾患の有無をできるだけ丹念に調べる必要がある。

(3) 自覚症状の調査

じん肺では、一般的に画像所見が自覚症状の出現より先行し、当初は無症状であることが多い。しかし、病状の進行に伴って、画像所見は増強し、自覚症状が出現してくる。自覚症状には、じん肺そのものによるものと合併症によるものがある。また、自覚症状の内容や発現する時期と頻度が個々のじん肺患者によって異なる場合もある。そのため、じん肺に伴う症状を正しく聴取することは、じん肺の進行度の評価のみならず、合併症の診断や鑑別診断のためにも重要である。

イ. 呼吸困難

呼吸困難はじん肺の自覚症状として最も重要であり、多くのじん肺患者が最初に自覚する症状である。じん肺の進行例では日常生活に最も影響を与える症状である。そのため、じん肺患者における呼吸困難の程度を正確に把握することは、じん肺による肺機能障害の程度を客観的に判定する上で重要である。一方、じん肺患者の高齢化に伴い、じん肺以外の疾患（例えば心不全、腎不全、貧血など）でも呼吸困難を訴えることに留意する。

呼吸困難の程度の判定に際しては、過去に頻用されたFletcher, Hugh-Jones分類に基づき、以下のように区分する。なお、呼吸困難が第Ⅲ度以上は2次検査の対象になる。

第Ⅰ度：同年齢の健康者と同様に仕事ができ、歩行、登山あるいは階段の昇降も健康者と同様に可能である者

第Ⅱ度：同年齢の健康者と同様に歩くことに支障ないが、坂や階段は同様に上ることができない者

第Ⅲ度：平地でも健康者と同様のペースで歩くことはできないが、自己のペースであれば1Km以上歩くことができる者

第Ⅳ度：50m以上歩く場合に一休みしなければ歩くことができない者

第Ⅴ度：会話や、着物を脱ぐ場合でも息切れするため屋外に出られない者

*距離は参考程度

呼吸困難は、じん肺の肺機能障害を判断する上で重要であり、被検者から正確に聴き取る必要がある。聴き取りに当たっては問診票（〇ページ）を用いる。問診票は、検査の場面で問診票に記載された方法により直接被検者から聴き取ってもよいし、あらかじめ被検者に記入させて、検査の場面で再確認を行ってもよい。

判定は問診票の記載に基づいて次のように行う。

第Ⅰ度——“息切れを感じない”、又は、①に“できる”

第Ⅱ度——①に“できない”、②に“歩ける”

第Ⅲ度——②に“歩けない”、③に“歩ける”、又は、③に“歩けない”、④に“歩ける”

第Ⅳ度——④に“歩けない”、⑤に“できる”

第Ⅴ度——⑤に“できない”

なお、現在、我が国や欧米では修正MRC（mMRC：modified Medical research council）息切れスケールが広く使われているが、じん肺健康診断で用いる呼吸困難分類とは異なる。両者で判定の基準が異なるだけでなく、じん肺健康診断で使用する呼吸困難分類では第Ⅰ度から、修正MRC息切れスケールでは0度から始まっていることに留意すること。

口. せきとたん

じん肺は基本的に肺実質の線維性変化であるため、典型的なけい肺や石綿肺では、喀痰喀出は見られないこともある。一方、画像変化を伴うような炭鉱夫じん肺患者や慢性的な気道炎症を合併したじん肺患者では、せきやたんの喀出がみられる。また、これには喫煙歴も影響する。慢性的なせき、たんの症状を把握するための調査方法として以前からよく用いられている方法は、BMRC（British medical research council）の呼吸器症状についての問診票を用いた方法である。この方法では、せき又はたんの有症者を、「1年のうち3か月以上毎日のようにせき又はたんがあり、2冬以上にわたるもの」としている。じん肺における気道の慢性的変化の把握のためには、上記の定義を勘案して「1年のうち3か月以上毎日のようにせきとたんがある」ことを最低限把握する必要がある。

症状の把握に当たっては、呼吸器症状の調査の際に通常用いられているような問診票をもとにして行う必要がある。問診票への記載は、原則として検査の場面で被検者に質問をしてその結果を記入する。あらかじめ被検者に問診票を渡して記入させた場合でも、検査の場面では必ずチェックする必要がある。

このような方法でせき及びたんの症状があつて、かつ、たんの量が多く膿性である場合には「続発性気管支炎」の罹患を疑う必要がある。

一方、気管支拡張症や肺がんを合併した場合には、血痰がみられることがあり、血痰の有無についても聴取することが望ましい。

ハ. 心悸亢進

じん肺が進行して肺機能障害が進行すると、肺高血圧を呈し、この結果右心負荷がかかり、肺性心となる。この状態になると、特に労作時に動悸が出現し、心悸亢進を訴えるようになる。心悸亢進をしばしば呼吸困難と誤って表現するがあるため、両者を区別して聴取する必要がある。

ニ. その他の症状

じん肺では、気胸発症時や肺がん併発時などに胸痛を訴えることがある。また、気管支炎の合併や結核の合併では熱感や盗汗を訴えることがある。これらの心呼吸器系の自覚症状についても、合併症の罹患を念頭に検査の場面で聴き取りを行う。

ホ. 喫煙歴の調査

喫煙はじん肺の罹患や進行と関連すると言われている。したがって、何歳から何歳まで1日何本喫煙したか、また現在も喫煙しているか否かについて聴き取り、記録しておくことも重要であり、具体的には問診票を用いて調査を行う。また、平成22年7月からじん肺健康診断結果証明書においても記載するように変更されている。

(4) 他覚所見

イ. チアノーゼ

じん肺の進行に伴って肺機能障害が進行し、低酸素血症が生じるようになると、毛細管血の還元ヘモグロビン量が増加し、口唇などにチアノーゼを認めることができる。貧血で全ヘモグロビン量が低下している場合は、低酸素血症があつてもチアノーゼは出にくいので注意を要する。

ロ. 副雑音

じん肺の進行に伴って呼吸音の減弱等の呼吸音の異常、水泡音や捻髪音等の副雑音が聴取されることがある。

石綿肺では、その早期から両肺底部に捻髪音が聴取されることが特徴であり、石綿ばく露労働者については特に注意を払う必要がある。

ハ. ばち状指

肺機能障害が長期間持続した際に、指の先端が太鼓のばち状に太くなることがある。一般的にじん肺ではばち状指は出現しにくいと言われているが、肺がんの合併例でも認められることがあるため、出現時には肺がんの合併に注意が必要である。

【付】問診票

記入 昭和 年 月 日
 大正
 氏名 (男・女) 生年月日 昭和 年 月 日 () 才
 平成

1. 次の病気にかかったり、かかっていると言われたことがありますか？（はい、いいえのいずれかの□に✓の印をつけて下さい。）

	はい	いいえ
① 肺結核	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
② 胸膜炎（ろく膜炎）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
③ 慢性の気管支炎	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
④ 気管支拡張症	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
⑤ 気管支喘息	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
⑥ 肺気腫	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
⑦ 心臓の病気	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
⑧ その他の胸部の病気	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. 「呼吸困難（息切れ）」について次の質問の「感じる」「感じない」のいずれかの□に✓印をつけて、「感じる」と答えた人は次の質問に移って下さい。

階段やゆるやかな坂を上る時に息切れを 感じる 感じない

感じますか？

(ここで終わり)

→ その程度はどの程度ですか？ 矢印に従って答えて下さい。

(「ここで終わり」になる人は次の質問に進まなくて結構です。) →

①息切れを感じないで同年齢の健康な人と同じように仕事 できる できない
 をしたり、坂や階段を登れますか？

(ここで終わり)

②同年齢の健康な人と同じように息切れを感じないで平らな 歩ける 歩けない
 ところを歩くことができますか？

(ここで終わり)

③平らなところを自分のペースでなら 1Km 以上休まずに 歩ける 歩けない
 続けて歩くことができますか？

(ここで終わり)

④息切れのために途中で休まずに平らなところを 50m 歩ける 歩けない
以上歩くことができますか?

(ここで終わり)

⑤会話や、衣報を脱ぐ際にも息切れがし、息切れのために外出することができませんか? できる できない

3. 「せき」についての次の質問のはい、いいえのいずれかの□に✓印をつけて下さい。

(「はい」の場合には矢印に従って次の質問に移って下さい。)

はい いいえ

①冬に、朝起きると、いつも、すぐせきがでますか?

②そのようなせきは週 5 日以上ですか?

③冬に昼間や夜、よくせきがでますか?

④そのようなせきは 1 日 7 回以上、週 5 日以上ですか?

⑤こののようなせきは、年に 3 か月以上続けて毎日のように
ですか?

4. 「たん」についての次の質問のはい、いいえのいずれかの□に✓印をつけて下さい。

(「はい」の場合には矢印に従って次の質問に移って下さい。)

はい いいえ

①冬に、朝起きると、いつもすぐ、たんがでますか?

②そのようなたんは週 5 日以上ですか?

③冬に昼間や夜、よくたんがでますか?

④そのようなたんは 1 日 2 回以上、週 5 日以上ですか?

⑤こののようなたんは、年に 3 か月以上続けて、毎日のように
ですか?

5. 動悸について次の質問のはい、いいえのいずれかの□に✓印をつけて下さい。

はい　　いいえ

最近歩いたりすると動悸がしますか?

6. 喫煙について次の質問の①と②についてはい、いいえのいずれかの□に✓印をつけて下さい。(「はい」の場合には矢印に従って次の質問に移って下さい。)

はい　　いいえ

①今までにたばこを吸ったことがありますか?

②現在たばこを吸っていますか?

③何才の頃から吸いはじめましたか? () 才頃から

④一日何本くらい吸いますか?

└ 10本未満

└ 10本～19本

└ 20本以上

5. 肺機能検査

(1) 肺機能検査の体系 (図 1)

じん肺の所見があると認められた者(エックス線写真像で一側肺野の 1/3 を超える大陰影があると認められた者を除く)のじん肺管理区分の決定に当たっては、じん肺による肺機能障害が著しいか否かを判断する必要がある。そのため、じん肺法においては、じん肺にかかっているか又はその疑いのある者でエックス線検査と胸部臨床検査により合併症に罹患している疑いのない者及び合併症に関する検査で療養を要する合併症に罹患していないと診断された者を対象に肺機能検査を行うこととされている。

肺機能検査は、1 次検査と 2 次検査に分けて行う。

1 次検査では、スパイロメトリーを行い、パーセント肺活量 (%VC) 及び 1 秒率 (FEV₁/FVC)、パーセント 1 秒量 (%FEV₁) を求める。

2 次検査では、動脈血ガスを測定する検査を行い、動脈血酸素分圧 (PaO₂) 及び動脈血炭酸ガス分圧 (PaCO₂) を測定し、これらの結果から肺胞気・動脈血酸素分圧較差 (AaDO₂) を求める。

2 次検査は、次のいずれかに該当する者に対して行う。

- ① 自覚症状、他覚所見等から 1 次検査の実施が困難と判断された者
- ② 1 次検査の結果等から「著しい肺機能障害がある」と判定されない者で、下記のいずれかに該当する者
 - a) %肺活量が 60%以上で 80%未満の場合
 - b) 1 秒率が 70%未満かつ%1 秒量が 50%以上で 80%未満の場合
 - c) 呼吸困難が第Ⅲ度以上の場合

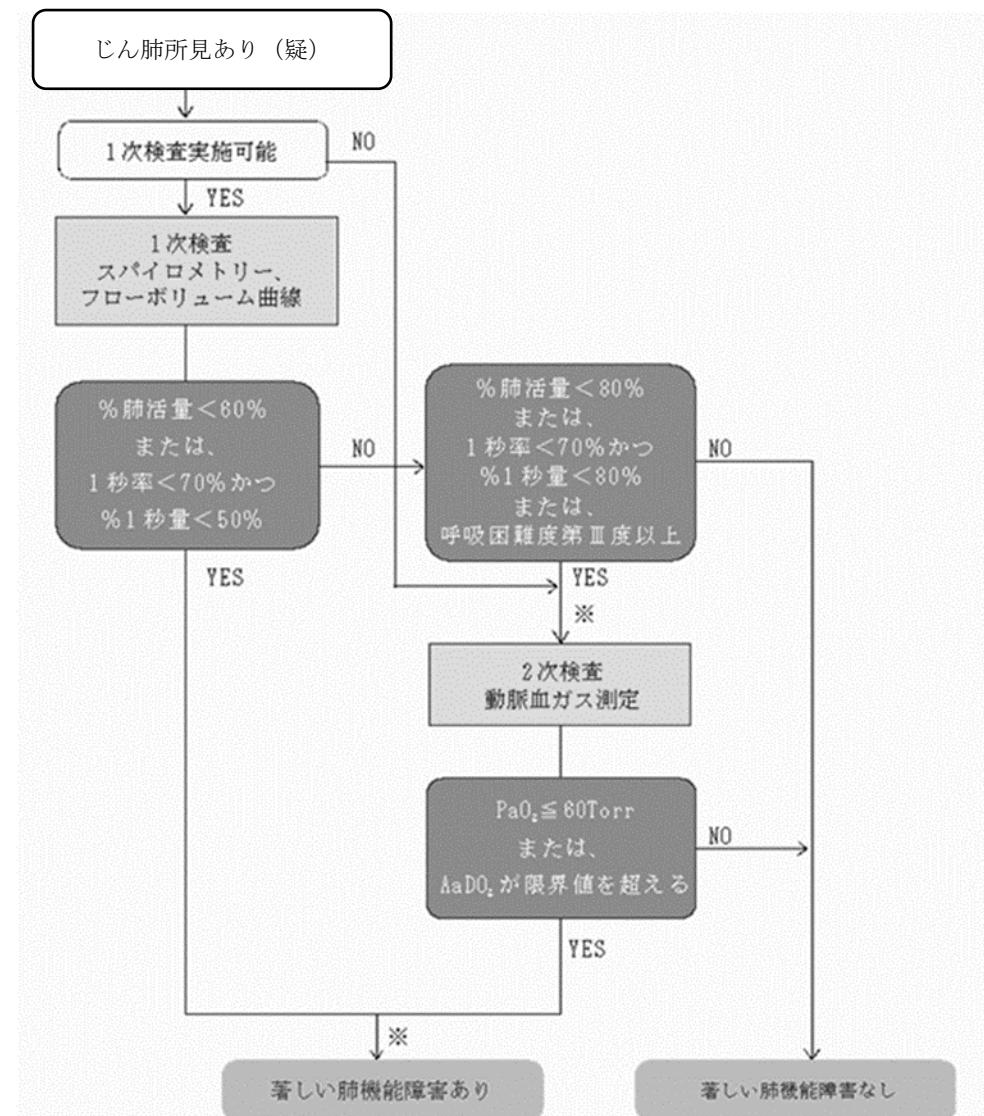
(2) 1 次検査の内容と方法

イ. スパイロメトリー

肺内気量の変化を口から出入りする気量で表し、気量を縦軸に、時間を横軸にとって表現した曲線をスパイログラムと呼ぶ。スパイログラムに基づく検査をスパイロメトリー、スパイロメトリーのための器械をスパイロメータという。(日本呼吸器学会「呼吸機能検査ハンドブック」参照)。

ロ. スパイロメータの種類

スパイロメータには直接換気量を測定する気量型と、気流量を積分して計算する気流型の 2 種類がある。どちらのタイプの機器を用いてもよいが、適切な保守管理と測定に際しての注意を怠ってはならない。



*肺機能検査の結果及び2次検査の実施の判定に当たっては、肺機能検査によって得られた数値を上記において示した判定基準に機械的に当てはめて判定することなく、粉じん作業の職歴、エックス線写真像、既往歴及び過去の健康診断の結果、自覚症状及び臨床所見、その他の検査等を含めて総合的に判断すること。過去には、例えば、%VC、%FEV1、呼吸困難度等が基準を満たさない例について、胸部写真等も踏まえて2次検査を行った事例もある。

*合併症にかかっている場合は肺機能検査を免除されていることに留意すること。

*喘息や心不全の急性増悪時に肺機能検査を行い、じん肺による肺機能障害かどうか評価が難しい例がみられることから、肺機能検査を行うに当たっては、検査を実施するタイミングに留意すること。

(昭和 53 年 4 月 28 日付け基発第 250 号「改正じん肺法の施行について」(最終改正平成 23 年 3 月 31 日))

図 1 肺機能検査のフローチャート

じん肺法における肺機能検査及び検査結果の判定等について：中央労働災害防止協会 安全衛生情報センター 平成 22 年 6 月 28 日

ハ. 測定指標

肺活量 (VC) は、ゆっくりとした呼吸での最大呼気位と最大吸気位の間の肺気量変化のこと (図 2)。それに対して最大吸気位からできるだけ早く最大努力呼気をさせて得られるスパイログラムを努力呼気曲線 (Tiffeneau 曲線) の最大吸気位から最大呼気位間の肺気量変化を、努力性肺活量 (FVC) という (図 2)。努力呼気開始から 1 秒間の呼出肺気量である 1 秒量 (FEV₁) は気流制限の指標として用いる。閉塞性換気障害の診断の指標として一秒率 (FEV₁/FVC) が用いられる。予測値に対する肺活量や 1 秒量の割合をそれぞれ対標準肺活量 (%VC)、対標準 1 秒量 (%FEV₁) とし、その重症度判定の指標として用いる。

FVC の測定において、気流量 (flow) と肺気量 (volume) の関係を記録したものをフローボリューム (F-V) 曲線と呼ぶ (図 3)。気流は気量の時間に対する微分値であるので、時間—気量曲線において各肺気量における傾き ($\Delta V / \Delta t$) を求めれば F-V 曲線が得られる (図 4)。F-V 曲線は閉塞性換気障害や拘束性換気障害などの疾患においてそれぞれの疾患に特徴的な形を呈する。肺疾患の診断に有用であるとともに、実際の測定時にリアルタイムに見ながら行うガイドとしても有用である。

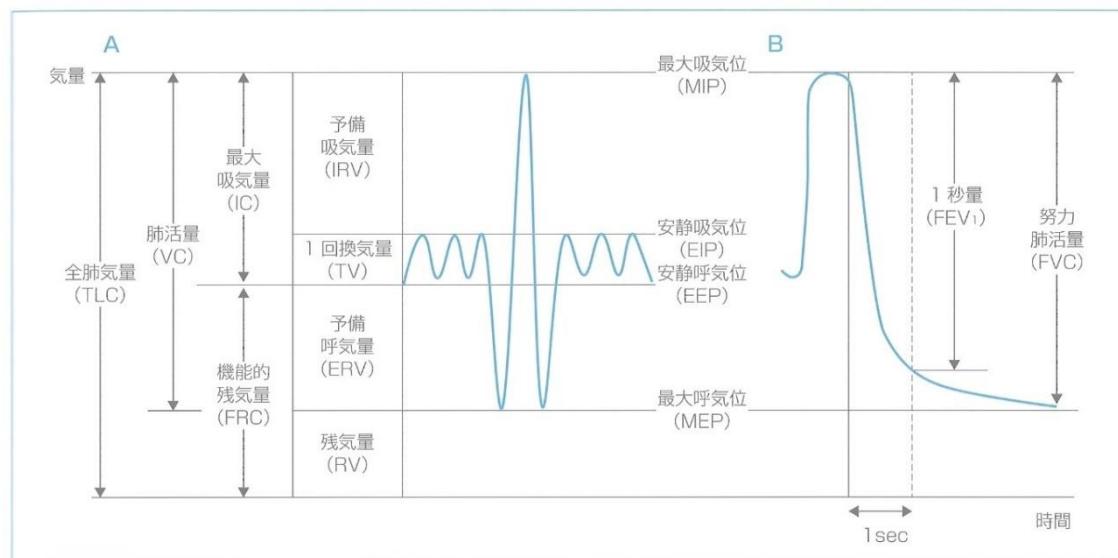


図 2 スパイログラムと肺気量分画

A : 緩徐な換気で測定した場合 (VC 手技)。
B : 努力換気で測定した場合 (FVC 手技) (Tiffeneau 曲線)。
縦軸は気量 (volume)、下方向が呼気側、上方向が吸気側を表す。横軸は時間軸であるが A と B では時間軸のスケールが異なる。

図 2 スパイログラムと肺気量分画

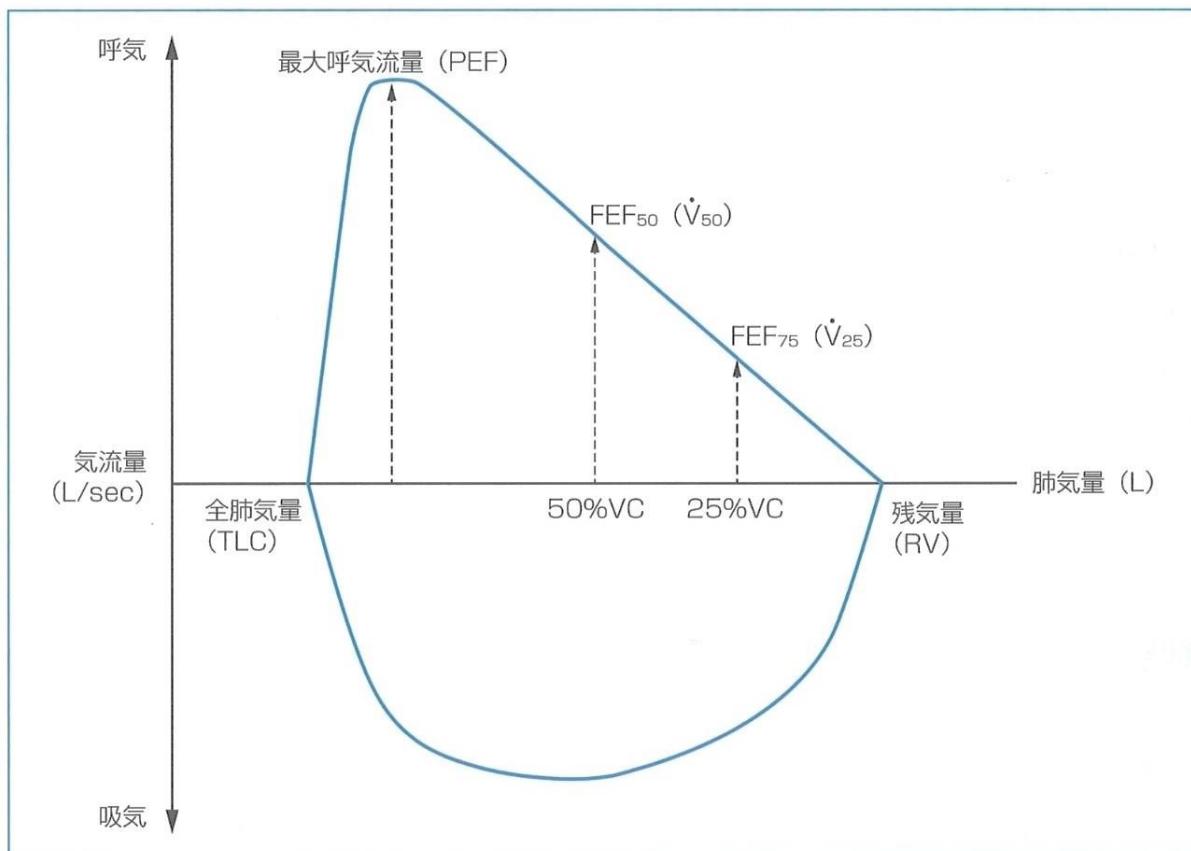


図 3 F-V 曲線

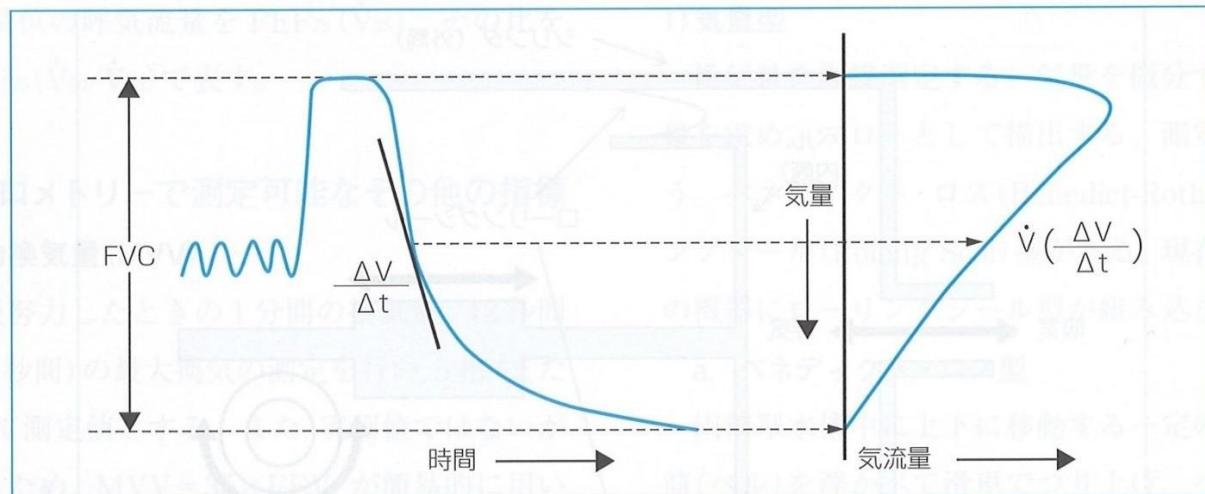


図 4 スパイログラム（時間一気量曲線）と F-V 曲線の関係

二. 検査の実際

(イ) 測定前の準備

- ① [機器動作の確認] 検査室は快適な温度に保ち、検査を開始する前に機器のウォーミングアップ、較正と精度確認を行っておく。

- ② [被検者情報の収集] 相対的禁忌項目（表1）に該当しないことを確認する。被検者の全身状態（体調、耳の聞こえ方、目の見え方など）を観察し、性別、年齢、身長、体重など基本情報を機器に入力する。
- ③ [目的の説明と呼吸方法の指導] 検者は被検者に検査の目的や重要性を分かりやすく説明して理解させたのち、測定時の呼吸方法を指導する。FVC測定では検者自身が実際に努力呼吸を行ってみせる。
- ④ [測定体位と姿勢] 座位または立位で測定を行う。立位で行う場合には安全性を考慮し、すぐに座ることができるよう椅子を用意しておく。きつい着衣（襟、ネクタイ、ベルト、下着など）は緩めさせ、椅子には深く腰掛け、背筋を伸ばし、肩に力が入らないようリラックスした姿勢をとつてもらう。

表1 スパイロメトリーの相対的禁忌

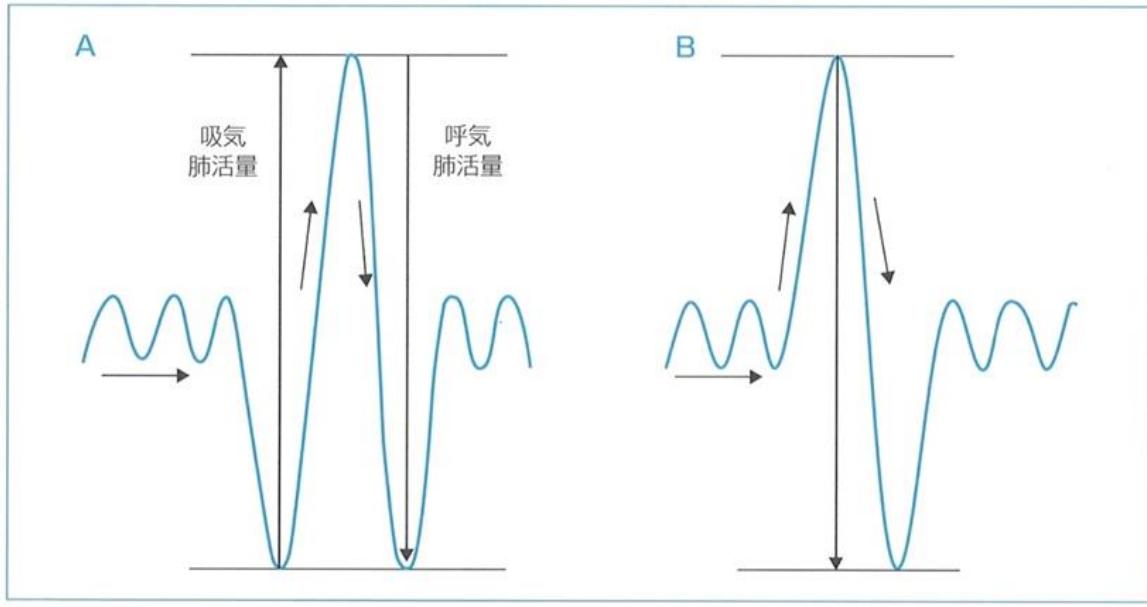
循環器への負担 血圧の変動	①1週間以内の急性心筋梗塞 ②低血圧、重症高血圧 ③重症不整脈 ④非代償性心不全 ⑤急性肺性心 ⑥臨床的に不安定な肺塞栓症 ⑦咳嗽失神の既往
頭蓋内圧・眼圧上昇	①脳動脈瘤 ②4週間以内の脳手術 ③継続する症状を伴う脳震盪 ④1週間以内の眼科手術
副鼻腔・中耳圧上昇	①1週間以内の副鼻腔手術または感染 ②1週間以内の中耳手術または感染
胸腔内圧・腹圧上昇	①気胸 ②4週間以内の胸部手術 ③4週間以内の腹部手術 ④妊娠後期
感染制御	①結核を含む伝染性感染症の疑い ②血痰、多量の分泌物、口腔内病変など

⑤ [マウスピース] 円筒状のディスポーザブルマウスピースか、つば付のシリコン製マウスピースを使用する。高齢者や顔面麻痺のある被検者など漏れが生じやすい場合は後者を用いる。マウスピースをくわえさせ、ノーズクリップをつける。マウスピースからの空気漏がないことを確認し、それぞれの検査を開始する。

⑥ [フィルタ] 被検者間の感染を予防し、装置の汚染を防止するために、排出される唾液や喀痰などの汚染飛沫を除去する機能を有するディスポーザブルフィルタを被検者毎に単回使用する。

(ロ) 肺活量(VC)の測定

VCの測定は、安静呼吸からゆっくりとした呼吸で最大呼気、最大吸気、最大呼気を行う。結果的に吸気肺活量のあとに呼気肺活量を測定することになり、これが標準法となっている（図5）。標準法では妥当なVC測定が得られない低肺機能などの被検者には、安静呼気から最大吸気、最大呼気を行う呼気肺活量をもって肺活量とする。標準法では吸気肺活量と呼気肺活量のうち大きいほうをVCとする。



A : 標準法。吸気肺活量のあとに呼気肺活量を測定する。

B : 標準法では妥当な肺活量測定が得られない被験者に行う。安静呼気から最大吸気、最大呼気を行う。

図 5 肺活量の測定方法

- ① [測定方法] スパイログラムをモニターしながら測定する。安定した安静呼吸を得ることは安静呼気位の正確な判定に重要である。少なくとも3回以上の安定した安静呼吸をさせる。安定した呼気位を視認し、次に、安静呼吸と同じスピードで最大呼気位まで呼出させる。最大呼出のプラトーに達したら、最大吸気位まで吸入させる。最大吸気のプラトーに達したら、再び最大呼出させプラトーを確認し、吸気させて測定終了とする。
- ② [妥当性の確認] 測定後、モニター上のスパイログラムで、1) 安静呼気位が安定していること、2) 最大呼気位と最大吸気位のプラトーが確認できること、3) 吸気肺活量と呼気肺活量がほぼ同じであることを確認できれば妥当な結果と判断する（閉塞性換気障害では吸気肺活量>呼気肺活量となる場合がある）（表2）。測定結果が妥当でなければ、良くない点を被検者に分かるように十分説明し、もう一度検査を行う。
- ③ [再現性の確認と結果の解釈] 妥当な2回以上の測定結果で再現性を判断する。最大のVCと2番目に大きいVCの差が0.15Lおよび最大VCの10%以下であれば再現性があると判断する（表2）。VCが最大値を示したスパイログラムを採択する。差が0.15Lあるいは最大VCの10%いずれか小さい値を超える場合は検査を繰り返す。最大8回まで実施しても再現性が得られない場合は、妥当な測定結果のうち肺活量が最大のものを採択し、報告書に理由を記載する。

表2 肺活量測定の妥当性・再現性と採択基準

	基準
妥当性	モニター上のスパイログラムで以下を確認する ①安静呼気位が安定 ②最大呼気位と最大吸気位のプラトーが確認できる ③ $IVC \approx EVC$
再現性	妥当な2回以上の測定結果で再現性を判断する 最大VCと2番目に大きいVCの差が0.15L以下および最大VCの10%以下
採択	最大のVCを示した測定結果を採択する

吸気排気量 (IVC : inspiratory vital capacity) 最大呼気位から最大吸気したときの肺活量

呼気肺活量 (EVC : expiratory vital capacity; IVC) 最大吸気位から最大呼出したときの肺活量

(ハ) 努力肺活量 (FVC) の測定

1回の検査で努力呼気曲線とF-V曲線は同時に得られる。測定時はF-V曲線をモニターしながら検査を実施する。

① [測定方法] 安静呼吸が安定したのち、安静呼気位から最大吸気位まで迅速に吸気を行わせ、2秒以内に最大限の力で一気に努力呼気をさせて最大呼気位まで呼出させる。呼気終了後、最大限の力で一気に努力吸気をさせて最大吸気位まで吸気させて測定を終了する。努力呼気終了で測定を終了することが多いが、2019年の米国胸部学会(ATS)/欧州呼吸器学会(ERS)ステートメントでは、努力呼気終了後に努力吸気肺活量(FIVC)を測定することを推奨している。

努力呼気時は最低6秒以上呼気努力を続けるよう声をかけ、最低2秒以上呼気量が変化しないことを確認して測定終了とする(VCを測定している場合は、VCを呼出量の目安として声かけを行う)。健常者では呼気時間が6秒あればほとんど十分であるが、閉塞性換気障害患者では、努力呼気終末で多大な呼気努力を要し、しかも呼気時間が著明に延長する。そのため、呼気排出時間がわずかずつ持続している場合は15秒を超えたたら努力呼気を終了とする。努力呼気時は被検者の状態に十分注意を払う。

② [妥当性の確認] 測定終了後、表3に示す①F-V曲線のパターンが良好、②呼気開始が良好、③十分な呼気、④FIVCとFVCの差が小さい、の4つ(FIVC未測定時は①～③の3つ)を満たせば妥当性があると判断する。

③ [再現性の確認と結果の採択] 再現性の確認のため最低3回の測定を行う必要があるが、1度の

表3 努力肺活量測定の妥当性・再現性と採択基準

基準	
妥当性	<p>① F-V曲線のパターンが良好</p> <ul style="list-style-type: none"> ・最大吸気、呼気開始、ピーク、最大呼気努力の確認が得られている ・アーチファクト(咳や声出しなど)がない <p>②呼気開始が良好</p> <ul style="list-style-type: none"> ・外挿気量が0.10LあるいはFVCの5%のいずれか大きい値より少ない <p>③十分な呼気</p> <ul style="list-style-type: none"> ・呼気プラトー(最低1秒以上呼気量の変化が0.025L未満)の確認 ・プラトーにならない場合は呼気時間が15秒以上 <p>④FIVCとFVCの差が小さい</p> <ul style="list-style-type: none"> ・FIVC-FVCが0.10LあるいはFVCの5%のいずれか大きい値より少ない
再現性	<p>①妥当な測定結果3回のF-V曲線のパターンを比較</p> <p>②最大のFVCと2番目に大きいFVCの差が0.15L以下</p> <p>③最大のFEV₁と2番目に大きいFEV₁の差が0.15L以下</p>
採択	ピーク到達までの呼気量が少なく、ピークフローが大きい、呼気努力の最も良好な曲線の測定を採択(FVCとFEV ₁ との和がより大きいことも参考にする)

ホ. 検査の流れ

検査はVC測定を先に行い、次にFVC測定を行う。FVCがVCよりも5%を超えて大きい場合はVC測定の努力不足が考えられるため再検査を行う。

ヘ. 再現性が得られない場合の結果の採択

① 2回の良好な結果に再現性がない場合

一般に、肺機能検査の測定結果のばらつきは健常者では小さいが、閉塞性換気障害患者では大きい。また、気管支喘息などでは努力呼気により気道れん縮が起こり、測定を繰り返すごとに閉塞が強くなることもある。すなわち妥当な測定は得られても再現性が確認できないことがある。その場合は再現性にこだわらず、最大VC、良好なF-V曲線を採択し、その理由を報告書に記載する。

② 1回しか良好な結果が得られない場合

被検者の状態から十分な検査回数が実施できない、あるいは1回しか妥当な結果が得られない場合は、その1回の結果を採択し、その理由を報告書に記載する。被検者の理解があり疲労がなければ検査回数の上限を超えて良い。

検査では最大8回までにとどめる。最良の3回分の記録を保存する。妥当な測定結果3回のF-V曲線のパターンを比較する。最大努力をした結果では、ほぼ同じ曲線パターンとなる。最大のFVCと2番目に大きいFVCの差が0.15L以下であれば再現性があると判断する(表3)。FVCとFEV₁との和がより大きいことも参考にし、ピーク到達までの呼気量が少なく、ピークフローが大きい、呼気努力の最も良好な測定結果を採択する。

閉塞性換気障害があると、最大努力をしたときより少し弱い呼気をしたときのFEV₁が大きくなることがある。このようなときは、ピーク到達までの呼気量がより少なく、ピークがより高いF-V曲線の測定結果を採択する。

ト. 基準値の算出と判定基準

① %肺活量 (%VC) の算出

2001年日本呼吸器学会の以下の予測式による正常予測値を用いて判定を行う。

%VC<80%を拘束性換気障害とし、%VC<60%を「著しい肺機能障害あり」、80%>%VC \geq 60%を「二次検査を要する」の判定基準として用いる。

(予測式) 男性 : $0.045 \times \text{身長 (cm)} - 0.023 \times \text{年齢} - 2.258$ (L)

女性 : $0.032 \times \text{身長 (cm)} - 0.018 \times \text{年齢} - 1.178$ (L)

② 1秒率 (FEV₁/FVC) の算出

FEV₁/FVCを計算し、%表示とする。70%未満を閉塞性換気障害とする。

③ %1秒量(%FEV₁) の算出

2001年日本呼吸器学会の以下の予測式による正常予測値を用いて判定を行う。

FEV₁/FVC<70%を前提として、%FEV₁<50%を「著しい肺機能障害あり」、80%>%FEV₁ \geq 50%を「二次検査を要する」の判定基準として用いる。

(予測式) 男性 : $0.036 \times \text{身長 (cm)} - 0.028 \times \text{年齢} - 1.178$ (L)

女性 : $0.022 \times \text{身長 (cm)} - 0.022 \times \text{年齢} - 0.005$ (L)

【参考】機器の精度管理とメンテナンス

最近の肺機能測定装置はコンピュータ内蔵で較正も半自動化され、無較正の装置も登場している。しかし、測定結果の信頼性と装置の精度を保つために、較正シリソジや健常者を用いて、機器が正確に作動していることを定期的に確認することが精度管理上重要である。2019年のATS/ERSのステートメントではスパイロメータの規格、性能についてはISO 26782に準拠すべきとされ、本邦の機器はATS/ERSの基準に準拠した装置が多い(表4)。

表4 スパイロメータに必要な規格

規格	
気量	測定範囲 : 8L以上(BTPS) 許容誤差 : $\pm 3\%$ または $\pm 0.05L$ 収集時間 : 15sec以上
気流	測定範囲 : 0~ $\pm 14L/sec$ 再現性 : $\pm 5\%$ または $\pm 0.2L/sec$ 許容誤差 : $\pm 10\%$ または $\pm 0.3L/sec$ 周波数応答 : 12Hzまでフラット($\pm 5\%$) 回路抵抗 : 1.5cmH ₂ O/L/sec未満(気流 14L/sec時)
表示 その他	ガス量はすべて BTPS で測定 肺活量測定時 : 時間 - 気量グラフ(リアルタイム) F-V 曲線測定時 : 気流 - 気量グラフ(リアルタイム) 時間 - 気量グラフ(測定終了時) 較正用シリソジ許容誤差 : $\pm 0.5\%$

イ. 機器の精度管理とメンテナンス

- ① [日常点検] 装置を安定させるため、電源投入後、10 分以上（ガス分析計を有している場合は30 分以上）ウォームアップ時間を取り、環境条件（気温、湿度、気圧）を正確に入力する（表 5）。気流型の装置では気流の較正は直接行うことができないので、較正用の 3L シリンジを用いて気量の較正と精度管理（期待値の±3%、シリンジ許容誤差 0.5% を含む）を毎日行う。気量型の装置でも同様に気量の精度確認を毎日行う。また、装置の全体が正確に作動していることを確認するため定期的に既知健常者の測定を行い、VC、FVC、FEV₁ の変動が 100mL 以内で、F-V 曲線に変化がないことを確認する。
- ② [定期点検] 気量の直線性（気量型においてはベルの測定位置による直線性、気流型においては気流量による直線性）、装置の漏れ、較正シリンジの精度および漏れ、時間の精度、コンピュータソフトウェアなどについて、メーカーによる総合的な点検を半年あるいは 1 年ごとに行なうことが望ましい（表 5）。

表 5 機器の点検

毎日	〈使用前〉
	<ul style="list-style-type: none">・十分なウォーミングアップ・コンピュータの動作確認・機器の清浄が保たれていること・環境データ（気温、湿度、気圧）入力・気量の較正[*]と精度確認
週に 1 回	〈使用後〉
	<ul style="list-style-type: none">・電源スイッチ OFF・機器の清浄と消毒
月に 1 回	・既知健常者による測定値の精度確認
年に 1 ~ 2 回	・電源コードとプラグの安全点検
年に 1 ~ 2 回	・機器メーカーによる定期点検

* 気流型の測定装置のみ。

ロ. 感染対策

一般に、肺機能検査機器が感染源になって被検者や検者に感染が伝播することを防ぐため、適切な清掃と消毒が必要である。

- ① [日常的な清掃と消毒] 標準予防策（スタンダード・プリコーション）を遵守する。手が触れる環境表面では日常的な清拭を行い、埃や汚れを取り除いておく。その際、消毒薬を用いる必要はない。血液や体液で汚染された環境表面は、ただちに手袋を装着しペーパータオルで拭き取ったのち、0.1% (1000 ppm) 次亜塩素酸ナトリウムで清拭消毒する。
- ② [検査時の感染予防] 検者は被検者ごとに手洗いを行う。目に見える汚染がある場合は石鹼と流水による手洗いを行う。目に見える汚染がなければ、アルコールをベースとした速乾性手指消毒薬

や、皮膚過敏の場合には抗菌性石鹼を使用してもよい。手荒れのひどい検者は手袋を着用する。手袋は清潔であれば非滅菌のものでよい。

口腔粘膜に直接接触するマウスピースは被検者ごとに交換する。マウスピースを清潔に保つため、装置に接続する際は口にくわえる部分には触らないように注意して持つ。また、飛沫や微生物を捕捉するためディスポーザブルフィルタを使用する。ノーズクリップはティッシュペーパーなどでカバーして使用し、カバーは被検者ごとに交換する。

装置の口元に近い部分は被検者ごとに消毒用エタノールで清拭する。閉鎖型ではベルを5回以上フラッシュする。

③ [感染者への対応] COVID-19 や結核が疑われる被検者の検査は行わない。飛沫予防策を必要とする病原体（マイコプラズマ、インフルエンザ、風疹など）に感染している、あるいは感染の疑いがある被検者は検査を控えることを原則とする。やむえない場合は順番をその日の最後とし、検者はサージカルマスクを着用する。

接触予防策を必要とする病原体（メチシリン耐性黄色ブドウ球菌など）が気道系に感染している被検者、口腔内に明らかな出血や血痰がある被検者は検査を控えることが望ましいが、やむえない場合は順番をその日の最後とする。

感染している被検者の検査後は装置の清掃と消毒を行う。

④ [検査機器の洗浄、消毒、保管]

マウスピースならびに装置の清掃と消毒を行う。装置内は1日の検査終了時及び汚染が疑われたときに行う。

医療機器の感染のリスクはその機器が使用される部位によって決定され、クリティカル、セミクリティカル、ノンクリティカルに分けられる。クリティカル器具は無菌組織や血管系に挿入するもので、感染のリスクが高いため滅菌による処置が必要となる。マウスピース、トランステューサー、呼吸回路は口腔粘膜と接触するためセミクリティカル器具に相当し、感染リスクは中等度である。高水準消毒を基本とするが、中水準消毒で結核菌その他の細菌、ほとんどのウイルスや真菌を不活化もしくは死滅させることができる。基本的に流水による洗浄が最も大切であり、乾燥ならびに保管は汚染されない場所で行う。熱や消毒薬は材質により腐食作用や劣化など装置に悪影響を及ぼす場合があるため、あらかじめ機器メーカーに消毒方法を確認しておく。ノーズクリップは粘膜とは接触しない無傷の皮膚に接触するため、ノンクリティカル器具に相当する。感染リスクは低いため、汚染時には低水準消毒液による浸漬もしくは消毒用エタノールで清拭する。

⑤ [消毒方法] 器具の材質や設備に応じて適切な消毒方法を選択する（表6）。

a. 耐熱性・耐水性のある器具 シリコン製のマウスピースなど耐熱性・耐水性の器具はウォッシャーディスインフェクター（洗浄熱水消毒機）で高水準消毒を行う。あるいは流水下で確実な洗浄を行ったあとに高圧蒸気滅菌器にかける。

b. 非耐熱性の器具 熱を使用できない場合、あるいはウォッシャーディスインフェクターや高圧蒸気滅菌器が使用できない場合は、流水下で確実な洗浄を行ったあとに消毒液による浸漬消毒を行う。消

毒薬には生体毒性があるため手袋を装着して行う。消毒液の種類によっては蒸気などの有害ガスを吸い込まないように注意する。

c. 非耐熱性で浸漬消毒ができない器具 基本的には滅菌の必要はないが、上記のいずれにも対応できない場合には予備洗浄、完全乾燥のあと（流水による予備洗浄ができない器具は消毒用エタノールで清拭の後）、酸化エチレンガス滅菌もしくは過酸化水素プラズマ滅菌を行う。

d. 取り外しができない器具 ベル内など取り外しができない部分は、消毒用エタノールを染み込ませたガーゼなどにより一方向に清拭する。

表6 消毒方法

対象	消毒回数	消毒方法
マウスピース	・被験者ごと	<p>〈高水準消毒〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ウォッシャーディスインフェクター（洗浄熱水消毒機）による熱水消毒（80～93℃、3～10分間） ・2%グルタラール 20分以上浸漬*
トランステューサー 取り外しできる呼吸回路	<ul style="list-style-type: none"> ・1日の終了時 ・感染が疑われるとき 	<p>〈中水準消毒〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・0.1%次亜塩素酸ナトリウム 10分間浸漬** ・消毒用エタノール（または70%イソプロパノール）10分間浸漬 <p>〈滅菌***〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高压蒸気滅菌 ・酸化エチレンガス滅菌 ・過酸化水素プラズマ滅菌
取り外しきれない呼吸回路 流水洗浄できないもの	<ul style="list-style-type: none"> ・1日の終了時 ・感染が疑われるとき 	・消毒用エタノール清拭と回路乾燥
環境	・汚染時	<ul style="list-style-type: none"> ・消毒用エタノール清拭 ・0.1%次亜塩素酸ナトリウム清拭
ノーズクリップ	・汚染時	・消毒用エタノール（または70%イソプロパノール）10分間浸漬あるいは清拭
手・指	・被験者ごと	<ul style="list-style-type: none"> ・石鹼と流水による手洗い ・アルコールをベースとした速乾性手指消毒薬

*：蓋付容器を使用し、換気を十分にして蒸気曝露に注意する。

**：低残留毒性であるが、金属腐食性があり金属器具には使えない。

***：滅菌を第一選択とする必要はない。

（3）2次検査の内容と方法

2次検査では、動脈血ガス分析を実施する。

イ. 動脈血ガス分析の概要

動脈血ガス分析は動脈血酸素分圧 (PaO_2)、動脈血二酸化炭素分圧 ($PaCO_2$)、pH、重炭酸イオン (HCO_3^-) などが求められ、換気状態、酸素化能、酸塩基平衡の評価に有用である。また、これらの結果から、次の式により肺胞気—動脈血酸素分圧較差 ($AaDO_2$) を求める。

$$AaDO_2 \text{ (Torr)} = PaO_2 - PaCO_2/0.83 - PaO_2$$

ただし、 PaO_2 は肺胞気酸素分圧のことで、酸素を吸入していない室内気の状態であれば、数値として 150Torr を使用する。

動脈血ガス分析の測定は、化学反応を原理とした方法 (Van-Slike Nail 法など)、電極法、質量分析法などがある。適切な保守管理と測定の際の注意を適切に行う限り、どの測定を用いてもよい。

ロ. 動脈血採血の実際

採血器具にはプラスチック製ディスポーザブル型の血液ガス測定用キットと再利用が可能なガラスシリングなどがある。一般的に前者が用いられているが、後者でも差し支えない。

動脈血採血は、安静時の安定している状態で行う。被検者が息こらえや過換気をすると測定値に影響するので、採血者側は注意して被検者が安定した安静換気の状態であることを観察し確認する必要がある。

採血時の被検者の体位は、臥位の状態で採血することが望ましい。採血は、可能である限り酸素を吸入しない室内気で行なうことが基本であるが、安全の観点などでやむを得ない場合には酸素吸入下の状態で行う。採血に際しては、採血部位、採血してから分析終了までのおよその時間、酸素吸入の有無と酸素吸入した場合の酸素流量および使用酸素器具などの測定時の条件を記録する。人工換気など何らかの手段での換気補助がある場合も、換気モード、圧、流量などの条件を記録する。採血部位は通常、橈骨動脈、上腕動脈、大腿動脈などである。上肢から採血する場合には、利き腕を避けることが望ましい。

血液ガスの試料は採血後、直ちに測定する。採血から測定まで時間がかかるほど、測定値が変化する。

ハ. 動脈血ガス分析の判定基準と評価

$\text{PaO}_2 \leq 60\text{Torr}$ または、 AaDO_2 が限界値（表 7）を超える場合を、「著しい肺機能障害あり」の判定基準としている。なお、81歳以上には、80歳の判定基準を便宜的に使用し、参考にする。

なお、年齢などの影響はあるものの、一般的な正常の目安は、 $\text{PaO}_2 \geq 75\text{Torr}$ 、 $35\text{Torr} \leq \text{PaCO}_2 < 45\text{Torr}$ 、および、 $7.35 \leq \text{pH} \leq 7.45$ 、 $21\text{mmol/L} \leq \text{HCO}_3^- < 27\text{mmol/L}$ とされる。一般に低 PaCO_2 は過換気の状態を高 PaCO_2 は低換気の状態を表す。

ニ. パルスオキシメータ

経皮的に動脈血酸素飽和度 (SpO_2) を測定する。非侵襲的であり、経時的に測定することが容易であるため、動脈血ガス分析の補助的役割をする。 PaO_2 と SpO_2 の関係は直線的なものではなく、S字曲線となる（図 6）。このS字曲線となる関係は一定ではなく、様々な因子により変動する。一般的に「著しい肺機能障害あり」の目安となっている PaO_2 の値である 60Torr は、 SpO_2 が 90% 前後のレベルにあたるとされている。なお、パルスオキシメータでは PaCO_2 を評価することはできない。

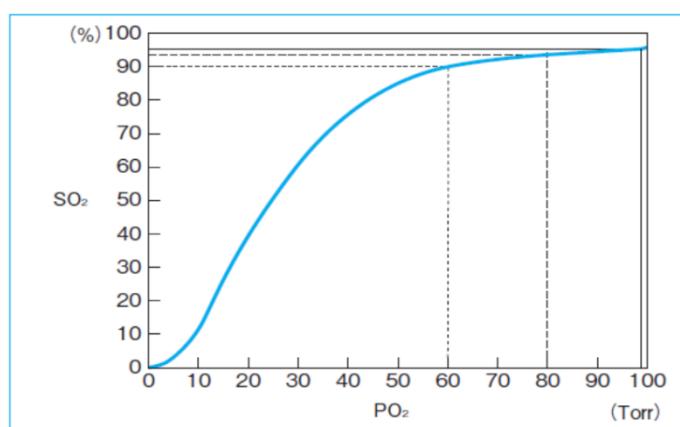


図 6 PaO_2 と SpO_2 の関係（日本呼吸器学会 酸素療法マニュアルより）

表7 著しい肺機能障害があると判定する限界値(AaDO₂)

(男性、女性)

年齢 (歳)	限界値 (Torr)	年齢 (歳)	限界値 (Torr)
21	28.21	51	34.51
22	28.42	52	34.72
23	28.63	53	34.93
24	28.84	54	35.14
25	29.05	55	35.35
26	29.26	56	35.56
27	29.47	57	35.77
28	29.68	58	35.98
29	29.89	59	36.19
30	30.10	60	36.40
31	30.31	61	36.61
32	30.52	62	36.82
33	30.73	63	37.03
34	30.94	64	37.24
35	31.15	65	37.45
36	31.36	66	37.66
37	31.57	67	37.87
38	31.78	68	38.08
39	31.99	69	38.29
40	32.20	70	38.50
41	32.41	71	38.71
42	32.62	72	38.92
43	32.83	73	39.13
44	33.04	74	39.34
45	33.25	75	39.55
46	33.46	76	39.76
47	33.67	77	39.97
48	33.88	78	40.18
49	34.09	79	40.39
50	34.30	80 以上	40.60

【付 1】LMS 法を用いたスパイログラムの基準値

LMS 法を用いた新しい基準値は、直近の日本人の体格の変化に適応することと、コンピュータの計算能力の向上による LMS 法による基準値計算が生物における基準値として使われることが一般化したために、日本呼吸器学会肺生理専門委員会が中心となり平成 26 (2014) 年に新たに LMS 法を用いた肺活量および努力肺活量、1 秒量、1 秒率の基準値が作成された。LMS 法は、人間の各種臓器の大きさのように平均値を中心とした正規分布を取らない計測値を集計して、正常値を非線形曲線で得る方法である。このため、得られる理論正常値はより実態に沿うことになるが、一方で非線形曲線を記述するために数値表を参照する必要がある (呼吸器学会ホームページ上の Excel ファイル (2014JRS スパイロメトリー基準値計算用 (Zscore 追加).Xlsx) 参照)。

閉塞性換気障害の指標として固定値の $FEV_1/FVC < 70\%$ を用いた場合により生じる若年者の閉塞性換気障害の過小評価と高齢者での過剰診断の可能性を LMS 法を用いることで是正できる。現在、研究など学術的には LMS 法を用いた正常値式を用いることが推奨されているが、実臨床においては検査機器への導入にはコンピュータが必要であることなどから未だ十分には普及していない。そのため、身体障害者認定要領 (呼吸器機能障害) は平成 28 (2016) 年 4 月 1 日に改正されたが、その肺機能の基準値としては LMS 法を用いた 2014 年版は採用されず、2001 年版の正常値式が現在も用いられている。同様に現在のじん肺健康診断の判定基準にも採用していない。

【付 2】じん肺における肺機能評価に関する改定の変遷

イ. 拘束性換気障害の評価指標

管理区分を決定する肺機能障害の程度の一つにパーセント肺活量 (%VC) があるが、VC の正常値の予測式が欧米人を対象に求められ、日本人を対象に求められたものではなかった。日本呼吸器学会では多くの高齢者を含む日本人健康者を対象とした正常値式を 1993 年と 2001 年に発表したが、予測式の使いやすさの問題、学会内部の問題、呼吸機能検査機器メーカーの問題、使用施設の問題等により、それらの正常値は普及していなかった。しかしながら、正常・異常の判定、異常の程度の判定には、多くの高齢者を含む日本人健康者を対象に求められた正常値を使うべき事は明白であることから、平成 22 年 7 月 1 日より VC の正常値の予測式が欧米人を対象とした「Baldwin らによる VC の基準値の予測式」から、「2001 年に日本呼吸器学会から発表された VC の基準値の予測式」に変更された。

* Baldwin らの式は男性 16~69 歳、女性 16~79 歳の被検者より仰臥位のスパイログラムで得られたデータで作成されている。仰臥位の肺活量は座位又は立位の肺活量に対して 7~8% 低いことや日本人の人種的体型の差により、2001 年の基準値は Baldwin らの予測値より 10~15% 高値を示す。

ロ. 閉塞性換気障害の評価指標

閉塞性換気障害の評価指標としては 1 秒率 (FEV_1/FVC) がこれまで用いられ、じん肺診査ハンドブック改訂第 4 版 (73 頁 表 2、表 3) では著しい肺機能障害があると判定する限界値 (%) が示されていた。しかし、慢性閉塞性肺疾患の国際ガイドラインである GOLD のガイドラインや日本呼吸器学会による慢性閉塞性肺疾患ガイドラインでは、1 秒率は閉塞性換気障害

の有無の判定のみ用い、重症度は予測値に対する 1 秒量の比率 (%FEV₁) によって評価されている。また、以前より FEV₁/FVC は閉塞性換気障害の重症度を示す指標としては適切でないとの指摘があった。これらを踏まえ、平成 22 (2010) 年 7 月 1 日より「著しい肺機能障害がある」と判定するじん肺の基準として FEV₁/FVC<70% 未満を前提に、%FEV₁ が判定基準として追加された。%FEV₁ の予測式は VC と同様「2001 年に日本呼吸器学会から発表された FEV₁ の基準値の予測式」が用いられるが、「著しい肺機能障害がある」基準としては%FEV₁<50% が採用された。なお、これらの基準値の変更に際して、平成 18 年度厚生労働科学研究費補助金（労働安全衛生総合研究事業）分担研究において平成 6 年度のじん肺管理区分の申請者データを元に検証が行われている。

また、これまでフローボリューム曲線から求められる V_{25}/HT が著しい肺機能障害の指標として用いられてきたが、ばらつきが多いことや年齢による低下が大きく、日本人の年齢別の正常予測値でみると、60 歳以上において（正常予測値 - 1 SD）が既に旧基準の著しい肺機能障害に相当する状態であったことから、平成 22 (2010) 年 7 月 1 日の改定では V_{25}/HT は判断項目から除外されている。

(4) じん肺の肺機能障害の特徴

じん肺の肺機能障害の特徴は、①混合性換気障害 ②肺気量低下 ③肺拡散能力低下である。

イ. 混合性換気障害

吸入粉じんが細気管支領域での炎症と肺実質の線維化を惹起する。それにより、FEV₁ および VC の低下を来す。FEV₁ が低下し、FEV₁/FVC<70% を満たした場合は閉塞性換気障害であり、%VC が低下し VC<80% を満たした場合は拘束性換気障害である。また、両方を満たす場合は混合性換気障害である。FEV₁ か VC の減少は一様ではなく、どちらかの低下が先行することがあるが、いずれにしても VC および FEV₁ の双方が減少していくため、混合性換気障害にむかって進行する。

図 7 および図 8 にエックス線写真像の区分ごとの FVC および FEV₁ の経過⁶⁾を示す。図にある PMF は進行性塊状線維化 (Progressive massive fibrosis) で、4 型にあたる。0 型から 3 型および PMF の進行に伴い、FVC および FEV₁ いずれも低下していく。低下の程度は正常範囲からやや下回る程度である。0 型と 1 型ではほぼ正常であり、2 型で正常範囲を逸脱しはじめる。換気障害が認められる割合の参考として、エックス線写真像でじん肺の所見がある場合の閉塞性換気障害の有病率は 16.4%、PMF に合致する陰影を認める場合の閉塞性換気障害の有病率は 32.3% との報告がある⁷⁾。

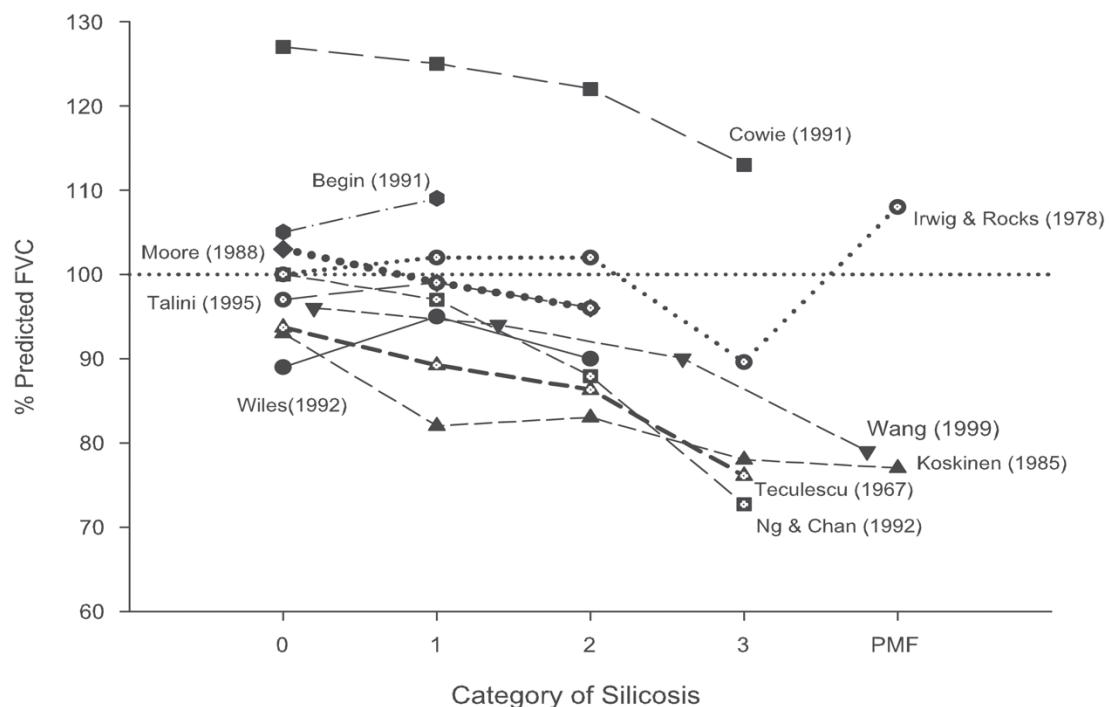


図 7 FVC とエックス線写真像分類との関係 (文献 6 より)

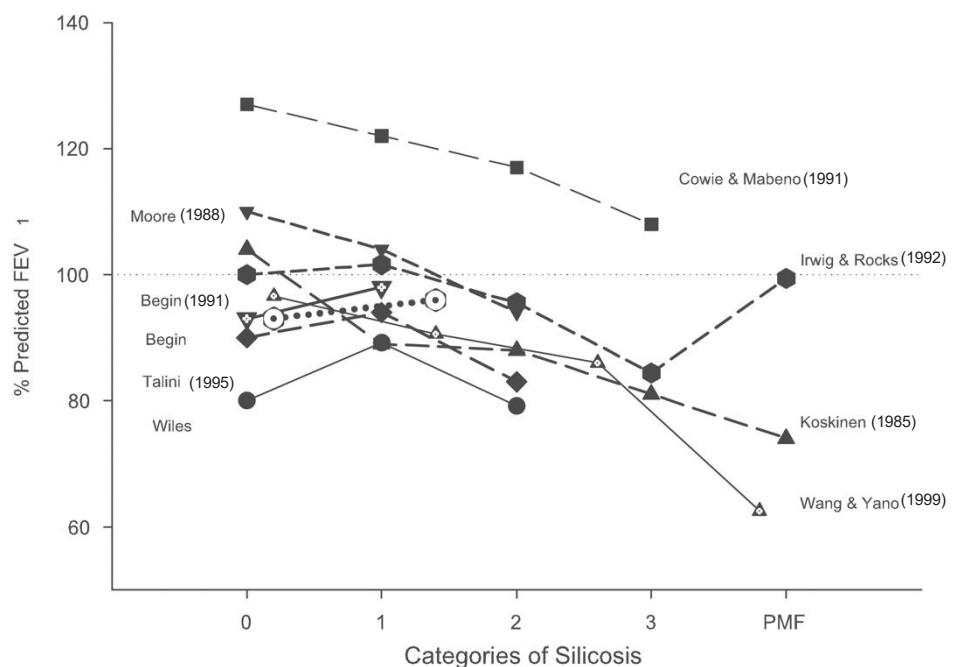


図 8 FEV₁ とエックス線写真像分類との関係 (文献 6 より)

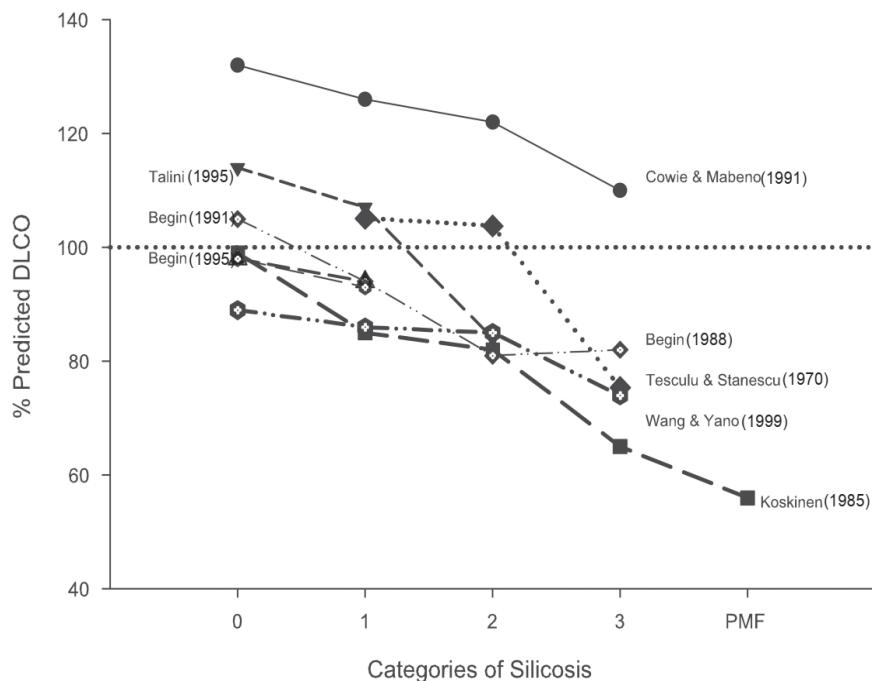


図 9 DL_{CO} とエックス線写真像分類との関係 (文献 6 より)

ロ. 肺気量低下

肺の線維化により弾性圧は増加するため、静肺コンプライアンスは低下する。そのため、全肺気量 (TLC)、機能的残気量 (FRC)、残気量 (RV) の各肺気量が低下する。閉塞性換気障害が進行した場合には RV が相対的に増加し、RV/TLC の増大がみられる。線維化のみならず気腫化をきたしている場合、線維化および気腫化の程度によって静肺コンプライアンスが変化する。気腫化の程度が強ければ、静肺コンプライアンスが大きくなり、それに伴って FRC は増加する方向に動く。

ハ. 肺拡散能力低下

じん肺の進行により DL_{CO} は徐々に低下していく。単位肺胞面積あたりの DL_{CO}/V_A 値は、じん肺初期では正常をとり、進行にともない低下する。線維化および気腫化が併存する場合、 DL_{CO} は著しく低下するものの、見かけ上の換気障害はしばしば軽度である。エックス線写真像上、0~2型では DL_{CO} 値の低下は軽度であり、3型および PMF になって低下がはつきりしてくる (図 9)⁶⁾。

二. 鑑別

肺機能変化がじん肺の進行の結果であるかどうか、粉じん吸入とは別の要因が関係していないかなどについては慎重に判断する必要がある。例えば、特発性間質性肺炎などの疾患のほか肥満や神経筋疾患による呼吸筋力の低下などでも VC は減少する。また、喫煙者では高率に慢性閉塞性肺疾患 (COPD) を発症しており、 FEV_1 が減少する要因となる。

(参考文献)

1. スパイロメトリー、呼吸機能検査ハンドブック、日本呼吸器学会 肺生理専門委員会編、メディカルレビュー社、東京：4-23、2021
2. 産業保健ハンドブックIV じん肺—臨床・予防管理・補償のすべてー [追録版] 平成 23 年 3 月
(財) 産業医学振興財団
3. 阿部直、他：じん肺有所見者の肺機能の評価に関する研究、平成 17 年度厚生労働科学研究費補助金（労働安全衛生総合研究事業）分担報告書
4. じん肺法における肺機能検査及び検査結果の判定等について：中央労働災害防止協会 安全衛生情報センター 平成 22 年 6 月 28 日
5. Kubota M et al. Reference values for spirometry, including vital capacity, in Japanese adults calculated with the LMS method and compared with previous values. *Respir Investig* 52: 242-250, 2014
6. Gamble JF, et al. Relationship between silicosis and lung function. *Scand J Work Environ Health*. 2004 Feb;30(1):5-20.
7. Weissman DN. Progressive massive fibrosis: An overview of the recent literature. *Pharmacol Ther*. 2022 Dec;240:108232.

6. 合併症に関する検査

じん肺と密接な関連がある疾患を、じん肺法では合併症と定義し、じん肺法施行規則第1条にその具体的な疾患名を規定している。

じん肺健康診断においては、エックス線検査と胸部臨床検査の結果、合併症に罹患しているかまたはその疑いがあると診断された者に対しては、合併症に関する検査を行うこととされている。

以下、合併症の診断を行うための検査方法及びその結果の判定について述べる。

(1) 肺結核

イ. 精密検査を必要とする者

エックス線検査で、じん肺の陰影以外の異常陰影が認められた場合には、肺結核の合併が疑われる。胸部臨床検査において肺結核の既往を認めた場合には、その経過について十分な聴き取りを行うと同時に、特に読影の際に注意を払う必要がある。また、自覚症状に、持続する微熱、盗汗等の症状の訴えがある場合、聴診により呼吸音に異常を認めた場合にも精密検査を行う。

ロ. 精密検査の方法

イ. で述べたような症状や所見があり、肺結核を合併しているか合併している疑いのある者に対しては、じん肺法施行規則第6条に基づき、次の項目のうち、医師が必要と認める項目について精密検査を行うこととされている。

① 結核菌検査

② エックス線特殊撮影による検査 (CT 検査)

③ 赤血球沈降速度検査 (血沈)

④ ツベルクリン反応検査

以下にそれらの概略について述べる。

(イ) 結核菌検査

たんや胃液または喉頭粘液から結核菌を証明することは、治療を要する結核に罹患しているか否かを判定する場合に重要である。

たんを用いた結核菌検査では、1回の検査で菌陽性にならないことがあり、三日連続の検たん (3連たん) が望まれる。

たんは、早朝起床時のものを採取して検査試料とする。胃液または喉頭粘液を用いる検査はたんがないときに行う必要がある。胃液の採取は早朝空腹時に行う。

抗酸菌が確認された場合は、核酸増幅同定検査 (PCR 検査 : Polymerase Chain Reaction 検査) により、検体入手後1日で結核菌か非結核性抗酸菌を鑑別することができる。ただし、血性の検体では、PCR 検査は偽陰性となる場合があるので注意が必要である。

なお、じん肺に結核が合併した場合、結核病巣とじん肺結節が分かれて存在する例 (分離型) と、結核病巣とじん肺結節が一体となった例 (結合型) がある。後者では結核の診断が困難なことがあるので、注意深い経過観察が必要である。

また、じん肺に合併した肺結核は難治性であり、治療期間も一般の肺結核に比べて長期間を要する。

(ロ) エックス線特殊撮影による検査 (CT 検査)

エックス線写真において確認されたじん肺以外の肺結核を疑わせる異常陰影について、その陰影を詳細に検討しようとする際、CT 検査が有用である。CT 検査は、重なり合う骨や縫郭、また既存のじん肺陰影のためにエックス線検査では十分に把握できない病巣の情報を得ることができる。また空洞の有無や、微小な散布影の検出にも優れている。病態の把握には、過去の画像との比較も有力になることが多い。

(ハ) 赤血球沈降速度検査 (血沈)

血沈については特異性が低いことから、今日では結核の診断に用いられる機会が減少している。

(二) ツベルクリン反応検査

ツベルクリン反応検査は、結核に感染した者のアレルギーを調べる検査であり、結核病巣の動態を必ずしも把握し得るものではないが、この検査結果は他の肺疾患との鑑別のための一助となる。

なお、インターフェロン- γ 遊離試験 (IGRA : Interferon- γ release assay) は、既往の結核感染を示すものであり、特に高齢者では活動性結核の判定には慎重でなければならないが、若年者では肺結核の補助診断として用いられる。

ハ. 検査結果の判定

エックス線検査、胸部臨床検査及びロ. で述べた結核精密検査の諸検査の結果を総合し、肺結核の病態を判断する。

肺結核の分類は、結核病学会病型分類 (1960 年改訂) を基本とする。分類の概略は次のとおりである。

第Ⅰ型 広汎空洞型

空洞面積の合計が拡がり 1 (第 2 助骨前端上縁を通る水平線以上の肺野の面積を超えない範囲) を超し、肺病変の拡がりの合計が一側肺に達するもの

第Ⅱ型 非広汎空洞型

空洞を伴う病変があって、上記第Ⅰ型に該当しないもの

第Ⅲ型 不安定非空洞型

空洞は認められないが、不安定な肺病変があるもの

第Ⅳ型 安定非空洞型

安定していると考えられる肺病変があるもの

第Ⅴ型 治癒型

治癒所見のみのもの

なお、第Ⅲ型か第Ⅳ型かが疑わしいときには第Ⅲ型と判定する。

「要治療」と判定されるものは一般に次のようなケースである。

- ① たん等の検査から結核菌の排菌が認められるもの
- ② 上記分類で第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ型に該当すると認められるもの

③ 上記分類で第IV型に該当すると認められる場合でも、経過、病巣の拡がり等から医師が治療を要すると診断したもの

(2) 結核性胸膜炎

結核性胸膜炎は、肺内等の病巣に引き続いて起こることがあり、臨床上確認できない結核の肺内またはリンパ節病巣に引き続いて起こることもある。臨床上肺結核病巣を確認し得る場合の胸膜炎についてはその診断はさほど困難ではないが、臨床上病巣を確認できない場合に起こってくるものについては必ずしもその診断は容易ではない。

イ. 精密検査を必要とする者

エックス線写真像や CT 画像で胸水を認め、自覚症状で胸痛や発熱等を認めるが、肺内に肺炎像を認めない場合には結核性の胸膜炎の罹患を疑い必要な検査を行う。

ロ. 精密検査の方法

胸水中の結核菌検査、細胞診、アデノシンデアミナーゼ (ADA:adenosine deaminase)などを含めた胸水の検査を行う。結核菌の検出には、比較的大量の胸水が必要なことが多い。なお、胸腔鏡検査による生検で、乾酪壊死巣や菌体の確認ができれば、診断は確定する。

ハ. 検査結果の判定

エックス線写真像や CT 画像で胸水を認め、かつ穿刺液から結核菌が検出されれば、結核性胸膜炎と診断し、要治療とする。また結核菌が検出されない場合でも、臨床症状、胸水が滲出性であること、細胞分画上リンパ球が優位、かつ ADA が高値（おおむね 40U/LI 以上）であり、胸水をきたす他の疾患を除外できれば、結核性胸膜炎として、治療の対象とする。なお、発症のごく早期では、結核性胸膜炎であっても、白血球分画で好中球が優位の場合がある。このような場合は 1 週間程度期間をあけて、胸水の検査を試す必要がある。

(3) 繰発性気管支炎

胸部臨床検査において持続するせき、たんの症状があると認められた者では一般に気道の慢性炎症性変化があると考えられる。このような状態に細菌感染等が加わった場合には治療が必要である。

イ. 精密検査を必要とする者

エックス線検査、胸部臨床検査で結核等の明らかな病変が認められないが、胸部臨床検査の自覚病状の調査で「1 年のうち 3 か月以上毎日のようにせきとたんがある」と認められた者で、自覚症状、他覚所見等から罹患が疑われる者については精密検査を必要とする。

ロ. 精密検査の方法

精密検査は、主に、たんについてその量、性状等について検査する。

(イ) たんの量の検査

たんの量は、起床後おおむね 1 時間のたんを採取してその量を測定する。

たんの量の測定は1回とするが、その判断に当たっては経過に十分な注意を払う必要がある。

(ロ) たんの性状の検査

たんの性状については、採取したたんについて、たんに占める膿の比率を調べる。

(ハ) たんについてのその他の検査

細菌感染が加わったことの確認のためには、(ロ)にあげたたんの性状の検査で、ほぼ把握することができるが、場合によってはたんの中の細菌検査が必要となる場合がある。また、膿性たんの客観的な指標として、たんの好中球エラスター値があり、膿性たんが持続する場合には検査して確認することが望まれる。ただし、この検査結果が陰性であったとしても、採取された検体が適切に採取されたものではなかったこと等も考えられることから、この検査結果のみをもって、合併症の有無が機械的に判定されるものではなく、あくまで、総合的な医学的判断で判定することとする。

ハ. 検査結果の判定

たんの量については次のように区分する。

0	0
1	3ml 未満
2	3ml 以上 10ml 未満
3	10ml 以上

たんの性状については、採取したたんについてその性状を調べ、Miller-Jones の分類を参考に次のように区分する。

M ₁	膿を含まない純粘液たん
M ₂	多少膿性の感のある粘性たん
P ₁	粘膿性たん 1 度 (膿がたんの 1/3 以下)
P ₂	粘膿性たん 2 度 (膿がたんの 1/3~2/3)
P ₃	粘膿性たん 3 度 (膿がたんの 2/3 以上)

気道感染の起炎菌としては、インフルエンザ桿菌と肺炎球菌が重要であるといわれている。たんの量の区分が 2 以上で、たんの性状の区分が P₁~P₃ の状態が、1 年のうち 3 ヶ月以上毎日のように続く場合には続発性気管支炎に罹患していると判定する。

(4) 続発性気管支拡張症

イ. 精密検査を必要とする者

胸部臨床検査の自覚症状の調査において、多量のたんの喀出が続き、時に血痰もある者については、気管支拡張症を疑う必要がある。また、他覚所見の検査において、副雑音が聴取された場合にも注意を要する。エックス線写真像では、気管支拡張がかなり進行した場合には読影し得る。背腹位撮影による画像では読影しがたいことがあり、CT 画像を参考にして判断する必要がある。

ロ. 精密検査の方法

精密検査としては、エックス線特殊撮影検査とたんに関する検査を行う。

(イ) エックス線特殊撮影による検査

気管支の形態的変化を確認するためには、CT 検査が有用であり、気管支拡張症の診断にしばしば用いられる。CT 画像において、気管支拡張症は円柱状、静脈瘤様、のう胞状に分類される。CT 所見として、気管支内腔が併走する肺動脈より大きくなる。

(ロ) たんに関する検査

たんの量及び性状の検査については、「続発性気管支炎」の項で述べた方法と同一の方法により行う。このほか、血痰がある場合にはこれもあわせて確認する必要がある。

ハ. 検査結果の判定

エックス線検査あるいは CT 検査で、気管支の陰影が円柱状、静脈瘤様、のう胞状に拡張していることが確認できれば、気管支拡張症の診断が可能である。

たんの量、性状については「続発性気管支炎」の場合と同様の基準で行い、気管支拡張が認められ、たんの量の区分が 2 以上で、たんの性状の区分が P₁～P₃ の状態が、1 年のうち 3 ヶ月以上毎日のように続く場合には合併症と判定する。

(5) 続発性気胸

続発性気胸は、じん肺の進行とともに発生頻度が増加する。じん肺の合併症の中でも頻度が多く、致命率も高い。突然の胸痛・呼吸困難の訴え、呼吸音の減弱の他覚所見に加えて、エックス線写真像で、肺野に気管支血管影を認めない透過性の高い部分が境界明瞭に確認できれば、診断は確定的である。

イ. 精密検査を必要とする者

上述したように、一般的には、エックス線写真像及びその他の所見等で診断は確定するが、じん肺又は合併肺結核等による胸膜瘻着、大陰影に伴う気腫性のう胞等により必ずしも診断を確定し得ない場合もある。このような場合には精密検査を行う必要がある。

ロ. 精密検査の方法

CT 検査が有用である。

ハ. 検査結果の判定

エックス線写真像または CT 画像で、罹患はほぼ確定し得る。気胸が認められた者は治療の対象とする。

(6) 原発性肺がん

前述したように、平成 15 (2003) 年 4 月から、じん肺の合併症に原発性肺がんが追加された。そして、年 1 回の肺がんに関する検査（肺がんに罹患している疑いがないと診断された時以外は、胸部らせん CT 検査および喀痰細胞診）の実施が事業者に義務付けられた。肺がんは気胸とともに、頻度が高く、また高度に進行したじん肺例では治療法も制限されることが多いことから、早期に診断することが必要である。

イ. 精密検査を必要とする者

典型的なじん肺の分布とは異なる陰影、新たに生じた陰影、進展の早い陰影などが認められた場合は、精密検査が必要となる。

ロ. 咳痰細胞診検査、気管支鏡検査、時に CT ガイド下生検等を行う。

ハ. 検査結果の判定

細胞診、病理組織などで原発性肺がんの確定診断が得られたら、治療の対象とする。なお PET は、一般的に悪性腫瘍の診断に有力であるが、じん肺の大陰影でも陽性となるので、その判断は慎重でなければならない。このような場合、MRI が大陰影と原発性肺がんの鑑別に有用なことが多い。

7. その他の検査

2 から 6 までにあげた検査の他に、じん肺の病像をさらに把握するためのいくつかの検査がある。これらの検査のうちで重要なものは、心電図、心エコー検査である。

じん肺の病像をさらに詳細に把握することを目的とする場合には、医師の判断に基づいてこれらの検査を行う。以下、検査法の概略について述べる。

(1) 心電図検査

じん肺が進行し肺循環障害が高度になると、ついには肺性心を招来する。肺性心の診断には心電図検査が有用である。三品らによる右室肥大の判定基準（「珪肺剖検例における右室肥大心電図について 判定基準を中心として」日本災害医学会会誌（1968年16巻8号537～551ページ））は次のとおりである。

イ. 確実な所見(次の1以上に該当)

- ① $RV_1 \geq 0.7 \text{mV}$ で $R/S_{V1} \geq 1.0$ (又は V_{3R})
- ② $S_{V5} \geq 0.7 \text{mV}$ で $R/SV_5 \leq 1.0$ (又は V_6)
- ③ $RAD \geq +100^\circ$ (RAD : 右軸偏位)

ロ. 強く疑われる所見 (次の1以上に該当)

- ① $R_{V1} \geq 0.7 \text{mV}$ 、 R/S_{V1} (又は V_{3R}) ≥ 1.0
- ② R/S_{V5} (V_6) ≤ 1.0 又は $R_{V1}+S_{V5} > 1.05 \text{mV}$
- ③ $rsr' s'$ 、 $rsr' S'$ 、 $rsR' S'$ 又は V_1 (V_{3R}) における slurred S
- ④ 肺性P
- ⑤ RAD : $+90^\circ \sim +99^\circ$

(2) 心エコー検査

- ① じん肺症は慢性呼吸不全を合併し肺高血圧をきたし、持続的な肺高血圧は右心の肥大と拡張をもたらし肺性心となる。
- ② また、じん肺罹患者には高齢者・喫煙者も多く、虚血性心疾患など心疾患の有無をできるだけ丹念に調べる必要がある。
- ③ 肺高血圧を示唆する心エコー所見は以下の通り。
 - ・ 右室径/左室径 (基部径) > 1.0
 - ・ eccentricity index (収縮末期) > 1.1
 - ・ 右室流出路血流速波形 AcT $> 105 \text{msec}$ 二峰性
 - ・ 肺動脈弁逆流最大速度 $> 2.2 \text{m/sec}$
 - ・ 肺動脈径 $> 25 \text{mm}$
 - ・ 右室右房圧較差 TRPG (Tricuspid Regurgitant Pressure Gradient) 40mmHg 以上

【付】「じん肺健康診断結果証明書」(様式第3号)への記載に当たっての留意点

1. 一般的な留意点

過去のじん肺管理区分の結果を参考にし得るように、数回のじん肺管理区分決定の結果を記入する欄があり、これを利用することが望ましい。

2. 氏名、事業場等

- ① 事業場の欄は、常時粉じん作業に従事する労働者の場合はその所属事業場について、常時粉じん作業に従事する労働者であった者の場合は常時粉じん作業に従事した最終の事業場について記入する。
- ② 事業場の「業種」の欄は、日本標準産業分類の中分類により記入する。
- ③ 事業場の「所在地」の欄には、郵便番号もあわせて記入する。

3. じん肺の経過

- ① 「初めてのじん肺有所見の診断」の欄には、次のいずれかによりじん肺の所見があると初めて診断された年を記入する。なお、正確な時期が不明の場合には、“〇〇年頃”と記入する。
 - イ. じん肺健康診断、労働安全衛生法に基づく健康診断等の健康診断によりじん肺の所見があると診断された場合
 - ロ. 都道府県労働局長よりじん肺にかかっているとの決定を受けた場合
 - ハ. その他、医師によりじん肺の所見があると診断された場合
- ② 「前2回の決定状況」の欄への記載に当たっては次の点に注意する。
 - イ. 「前2回」とは、いわゆる固定的部分（健康診断結果を記載する部分以外の部分）に新たに記載しようとする時点以前の2回をいう。
 - ロ. 昭和53（1978）年3月31日前の決定を記載する場合は、「じん肺管理区分」の欄には旧じん肺法による「健康管理の区分」（管理1, 2, 3, 4）を、「F」の欄には、旧じん肺法のじん肺による心肺機能の障害の程度（F0, 1, 2, 3）を記入する。
 - ハ. 昭和53（1978）年3月31日以後の決定の記載に当たっては、じん肺法施行規則様式第4号「じん肺管理区分決定通知書」等を参考にして記入する。
- ③ 上記①、②以外の欄への記載に当たっては、「前2回の決定状況」に記載した以降のじん肺管理区分の決定経過を「じん肺管理区分決定通知書」等を参考にして順次追加して記入する。

4. 既往歴

- ① 粉じん作業に従事する以前の既往であっても、罹患時の年齢を記入する。
- ② 治癒と診断された後に再び同一疾患に罹患した場合には、再発と診断された時の年齢を記入する。
- ③ 数回の健康診断の結果を記入できる様式の場合には、いわゆる固定部分への記載時に罹患時の年齢を記入するが、初回記入時以降、同一疾患に再度罹患があるので、初回記入に当たっては年齢欄に余白を設けておくように注意する必要がある。
- ④ 合併症（じん肺法施行規則第1条）の要件に該当するか否かにかかわらず、罹患していると診断された場合には記入する。

- ⑤ 「気管支炎」は、せき、たんが持続するものをさし、いわゆる「急性気管支炎」は含めない。
- ⑥ 「気管支喘息」は、初めて罹患していると診断された時の年齢を記入するが、乳幼児期のものは含めない。
- ⑦ 「心臓疾患」については、具体的な疾患名がわかる場合にはその疾患名を、「その他の胸部疾患」については、具体的な疾患名を記入する。

5. 粉じん作業歴

- ① 「粉じん作業名」の記載に当たっては、作業の内容を具体的に記載するとともに、末尾の（ ）号にじん肺法施行規則別表に掲げる粉じん作業の号数を記入する。
- ② 「現在の事業場に来る前」の粉じん作業歴の欄への記載に当たっては、記載もれ等がないように、被検者から十分な聴き取りを行って記入する。
- ③ 「現在の事業場に来てから」の粉じん作業歴の欄への記載は、じん肺健康診断を実施するごとに、粉じん作業名、従事期間を追加して記入していく。
- ④ 粉じん作業従事年数の「累計」は、「粉じん作業に従事した期間の合計」に、現在の事業場に来てからの粉じん作業従事年数を順次加算して記入する。

6. エックス線写真による検査

(1) 撮影条件

「mAs」については、可能な限り記載する。

(2) 小陰影の区分

- ① 「粒状影」と「不整形陰影」の欄のうち「区分」の欄には、粒状影又は不整形陰影の型の区分を各々の「区分」の欄に12階尺度で、両方の陰影が明らかに認められる場合は、両方の「区分」の欄に12階尺度で記入する。
- ② 「粒状影」の場合には、陰影のタイプを区分し、「タイプ」の欄のp,q,rのいずれかを○でかこむ。
- ③ 上記の区分を行い、小陰影全体の型の区分を標準エックス線写真を用いて12階尺度により区分し、「小陰影の区分」の（0/一、0/0、……、3/+）の該当する区分を○でかこむ。

(3) 大陰影の区分

- ① 大陰影をAからCまで区分し、「大陰影の区分」の欄の該当するものを○でかこむ。
- ② 小陰影が同時に存在する場合には「小陰影の区分」の欄にも該当する事項を記載する。

(4) 付加記載事項

次に該当するエックス線所見が認められる場合には、「付加記載事項」欄中の略号を○でかこむ。エックス線写真像に対応する略号は、次のエックス線所見の末尾の（ ）内のとおりである。

- イ. 胸膜石灰化像を除いた胸膜肥厚等の胸膜変化 (p1)
- ロ. 胸膜石灰化像 (plc)
- ハ. 心臓の大きさ、形状の異常 (co)
- ニ. ブラ (のう胞) (bu)
- ホ. 肺又は胸膜のがん (ca)
- ヘ. 空洞 (cv)
- ト. 著明な肺気腫 (em)

チ. 肺門又は縦隔リンパ節の卵殻状石灰沈着 (eg)

リ. 気胸 (px)

ヌ. 肺結核 (tb)

7. 胸部に関する臨床検査

(1) 自覚症状

- ① 「呼吸困難」の欄の (I, II, ……, V) には、胸部臨床検査の項で述べた方法と判定により該当する呼吸困難の程度を○でかこむ。
- ② 「せき」及び「たん」の欄の (+, -) については、問診票の “せき”、“たん” の問診の各々⑤に “はい” と答えた場合には “+” に、それ以外の場合には “-” に○をつける。
- ③ 「心悸亢進」の欄の (+, -) については、問診票の “動悸” の問診に “はい” と答えた場合には、“+” に、“いいえ” と答えた場合には “-” に○をつける。
- ④ 上記以外の胸部の訴えがある場合には、「その他」の欄に具体的に記入する。

(2) 他覚所見

- ① 「チアノーゼ」及び「ばち状指」の欄には、各々その所見が認められる場合には、“+”を○でかこむ。
- ② 「副雑音」の欄には、ラ音等の副雑音が聴取される場合には “+” を○でかこみ、聴取される部位を () 内に記載する。
- ③ 上記以外の所見が認められる場合には、「その他」の欄にその所見を具体的に記載する。

8. 肺機能検査

- ① 「年齢」の欄には、検査実施の日における満年齢を記入する。
- ② 「身長」の欄の “m” 並びに「肺活量」、「努力肺活量」及び「1秒量」の欄の “1” は、各々小数点第2位まで記入する。
- ③ 第2次検査の「採血の部位」の欄には、耳朶からの採血を行った場合には “耳朶”、動脈から採血を行った場合には、動脈の名称を記載する。なお、動脈血採血に先立って耳朶血を採血し、耳朶血の酸素分圧が 80Torr 未満であれば動脈血採血を行うこととなるので、このような場合には耳朶血による検査の結果を第1欄に、動脈血による検査の結果を第2欄に記入する。
- ④ 第2次検査を第1次検査と別の日に行う場合には、第2次検査に先立って第1次検査を行うこととされているので、第1次検査の結果を「第1次検査」の欄の第2欄に記入する。
- ⑤ 「判定」の欄の記載に当たっては、第1次検査及び第2次検査の結果のほか、他の検査結果も参考にして総合的に次のように判定を行い、F (-, +,++) のいずれかを○でかこむ。

F (-) じん肺による肺機能の障害がない

F (+) じん肺による肺機能の障害がある

F (++) じん肺による著しい肺機能の障害がある

注) F(+)は閉塞性換気障害または拘束性換気障害があるものの、著しい肺機能の障害には該当しないものとする

9. 合併症に関する検査

(1) 自覚症状

せき、たん、胸痛、発熱等の自覚症状を具体的に記入する。

(2) 結核精密検査

① 「結核菌」の欄の+、-は、塗抹検査又は培養検査で菌陽性の場合には“+”を、菌陰性の場合には“-”を○でかこむ。

② 「エックス線特殊撮影」の欄には、撮影法と所見の概略を記入する。

(3) 肺結核以外の合併症に関する検査

① 「たん」の欄の量については、実測値を記入し、性状については、M₁, M₂, P₁, P₂, P₃のいずれかを記号で記入する。

② たんについての検査を繰り返し行った場合には、その結果を第2欄に記入する。

③ 「エックス線特殊撮影」の欄には、撮影法及び所見の概略を記入する。

(4) 判定

「判定」の欄には、

① 検査の結果、罹患していると認められる疾患名を記載する。

② 罹患していると認められる疾患の状態が「合併症に関する検査」の項で述べた要療養の判定基準に合致していると認められるときは、「要療養」と記載する。

10. 医師意見

「医師意見」の欄には、諸検査の結果の判定等について意見がある場合に記載する。

III 健康管理のための措置

1. 「じん肺管理区分」決定の流れ

事業者が行う就業時、定期、定期外、離職時の各健康診断の結果に基づくじん肺管理区分決定の流れは図1に示すとおりである。

このほか、常時粉じん作業に従事する労働者又は従事する労働者であった者は、いつでもじん肺健康診断を受けてじん肺法第15条に基づいて都道府県労働局長にじん肺管理区分の決定を申請できることとされている。また、事業者は、いつでも、常時粉じん作業に従事する労働者または従事する労働者であった者についてじん肺健康診断を行い、じん肺法第16条に基づいて申請を行うことができるとされている。これらの場合のじん肺管理区分決定の流れは図1とほぼ同様である。

このような手続きを経てじん肺管理区分が決定され、各区分に応じた措置が講じられることとなる。

(1) じん肺管理区分とは

じん肺管理区分(表1)は、粉じん作業従事者のじん肺予防のための作業内容の監督や指導、健康管理の指標となる分類である。

じん肺管理区分は、管理1、管理2、管理3イ、管理3ロ、管理4の5段階に分かれている。管理1はじん肺の所見がないという区分であるが、管理2以上はじん肺の所見があるということを示しており、数字が大きくなるに従い、じん肺が進行していることになる。

表1 じん肺管理区分 (じん肺法第4条第2項)

管理区分	じん肺健康診断の結果
管理1	じん肺の所見がないと認められるもの*
管理2	エックス線写真の像が第1型で、じん肺による著しい肺機能の障害がないと認められるもの
管理3	エックス線写真の像が第2型で、じん肺による著しい肺機能の障害がないと認められるもの
	エックス線写真の像が第3型又は第4型(大陰影の大きさが一側の肺野の3分の1以下のものに限る。)で、じん肺による著しい肺機能の障害がないと認められるもの
管理4	(1) エックス線写真の像が第4型(大陰影の大きさが一側の肺野の3分の1を超えるものに限る。)と認められるもの (2) エックス線写真の像が第1型、第2型、第3型又は第4型(大陰影の大きさが一側の肺野の3分の1以下のものに限る。)で、じん肺による著しい肺機能の障害があると認められるもの

*じん肺法上は、じん肺の陰影は認められるが第1型と判定するには至らないもの(PR0/1)も含まれる。

(2) じん肺管理区分の決定申請について

イ. 事業者によるエックス線写真等の提出（じん肺法第12条）

事業者はじん肺健康診断を行ったとき、又は労働者よりエックス線写真及びじん肺健康診断の結果を証明する書面が提出されたときは、じん肺の所見があると診断された労働者について、当該エックス線写真及びじん肺健康診断の結果を証明する書面その他厚生労働省令で定める書面を都道府県労働局長に提出しなければならない。

ロ. 随時申請（じん肺法第15条、第16条）

常時粉じん作業に従事する労働者又は常時粉じん作業に従事していた労働者であったものは、いつでもじん肺健康診断を受けて、都道府県労働局長にじん肺管理区分を決定すべきことを申請することができる。

事業者は、いつでも常時粉じん作業に従事する労働者又は常時粉じん作業に従事する労働者であった者について、じん肺健康診断を行い、都道府県労働局長にじん肺管理区分を決定すべきことを申請することができる。

申請先と必要な書類は下記の通りである。

	申請先	必要な書類
上記イ.の場合	当該作業場の属する事業場の所在地を管轄する都道府県労働局	(1) エックス線写真等の提出書（じん肺法施行規則様式第2号） (2) エックス線写真（直接撮影による胸部全域の写真） (3) じん肺健康診断結果証明書（じん肺法施行規則様式第3号） (4) DR(FPD)撮像表示条件確認表（エックス線写真がDR(FPD)の時） (5) CR撮像表示条件確認表（エックス線写真が(CR)の時）
上記ロ.の場合	・現在常時従事している又は常時従事していたがまだ作業場を退職していない場合 当該作業場の属する事業場の所在地を管轄する都道府県労働局 ・事業場を退職した場合決定を受ける者の住所を管轄する都道府県労働局	(1) じん肺管理区分決定申請書（じん肺法施行規則様式第6号） (2) エックス線写真（直接撮影による胸部全域の写真） (3) じん肺健康診断結果証明書（じん肺法施行規則様式第3号） (4) DR(FPD)撮像表示条件確認表（エックス線写真がDR(FPD)の時） (5) CR撮像表示条件確認表（エックス線写真が(CR)の時） (6) じん肺管理区分決定申請書中の事業者（常時粉じん作業に従事する労働者であった者の

		<p>場合は、常時粉じん作業に従事した最終の事業場(以下「最終事業場」という。)の事業者の粉じん作業従事証明</p> <p>(7) 事業場の廃止、事業者の死亡、行方不明、その他やむを得ない理由により事業者の証明を得ることができない場合は、当時の上司又は同僚であった者の証明等その者が常時粉じん作業に従事していた事実について客観的に確認し得る資料</p> <p>(次に掲げるときにおいては、新たに事業者が粉じん作業従事証明を得る必要はない。</p> <p>ア 過去において常時粉じん作業に従事した経験があり、すでに粉じん作業から離れた者で法第 15 条第 1 項に基づく申請を行ったことのある者が、2 回目以降の申請を行う場合において、前回の申請以降新たに粉じん作業に従事していないとき。</p> <p>イ 粉じん作業に係る健康管理手帳の所持者が、申請を行う場合において、手帳交付後新たに粉じん作業に従事していないとき。</p>
--	--	---

(3) じん肺管理区分決定までの流れ (図 1、図 2)

都道府県労働局長はエックス線写真及びじん肺健康診断の結果を証明する書面その他厚生労働省令で定める書面が提出されたときは、これらを基礎として、地方じん肺診査医の診断または審査により、当該労働者の管理区分を決定する。

地方じん肺診査医によるじん肺管理区分決定の手順は、最初に①職歴の調査が行われる。粉じん作業に関する職歴が確認されると、次に②エックス線写真像上にじん肺所見があるかどうか確認される。じん肺所見を認めなければ管理 1 となる。大陰影が見られ、じん肺エックス線写真像の分類 4C 型に該当した場合は直ちに管理 4 と判定される。それ以外の例ではエックス線写真像の小陰影の密度や大陰影の大きさによってじん肺エックス線写真像分類の 1 型から 4B 型のいずれかに区分され、続いて③合併症がないかどうか調べられる。合併症は現在 6 疾患（肺結核、結核性胸膜炎、続発性気管支炎、続発性気管支拡張症、続発性気胸、原発性肺がん）が認められているが、その診断にはエックス線検査の他に、CT 検査や喀痰検査の結果などを総合的に検討して判断される。審査の結果合併症があると判断されたものは、直ちに要療養と認定される。④合併症がない者は、次に肺機能 1 次検査が実施される。じん肺による著しい肺機能障害があると判定された F(++) の者は管理 4 に該当する。F(++) ではないが、% 肺活量が 60% 以上で 80% 未満の場合、1 秒率が 70% 未満かつ%1 秒量が 50% 以上で 80% 未満、呼吸困難が III 度以上、エックス線写真像分類が第 3 型又は第 4 型 (A, B) と診断されたものは、2 次検査に進む。2 次検査は動脈血ガス測定が行われ、動脈血酸素分

圧が 60Torr 以下、または、肺胞気動脈血酸素分圧較差 (AaDO₂) が限界値を超える場合は諸検査の結果と合わせて F(++) と判定され、同じく管理 4 に認定される。エックス線写真像の病型と肺機能検査に乖離が見られる場合は、その障害がじん肺に起因するものであるか否かを、職歴やその他の因子を含めて、総合的に判断する必要がある。F (+) は閉塞性換気障害または拘束性換気障害があるものの、著しい肺機能の障害には該当しないものとする。

事業者は、じん肺健康診断に関する記録とじん肺健康診断に係るエックス線写真を 7 年間保存しなければならない（じん肺法第 17 条第 2 項）。

なお、提出された粉じん作業歴の調査やエックス線検査などの検査結果のみでは適正なじん肺管理区分の決定ができない場合には、都道府県労働局長が再検査または検査項目を追加して行うよう命じる場合がある。

じん肺の管理区分の決定がなされると、その結果は都道府県労働局長から事業者にじん肺管理区分決定通知書（様式第 4 号）により通知され、さらに事業者から当該労働者にじん肺管理区分等通知書（様式第 5 号）により通知される。随時申請における管理区分決定の通知は、直接申請者に伝えられる（じん肺法第 14 条、じん肺法施行規則第 16 条・17 条）。管理区分決定に不服のある者は、決定があったことを知った日の翌日から起算して、60 日以内に厚生労働大臣に対して、審査請求をすることでき、中央じん肺診査医の診断又は審査を受けることになる（じん肺法第 18 条・19 条）。じん肺健康診断を実施した医師の診断と、地方じん肺診査医の審査に基づいた都道府県労働局長の管理区分決定結果は異なることもある。

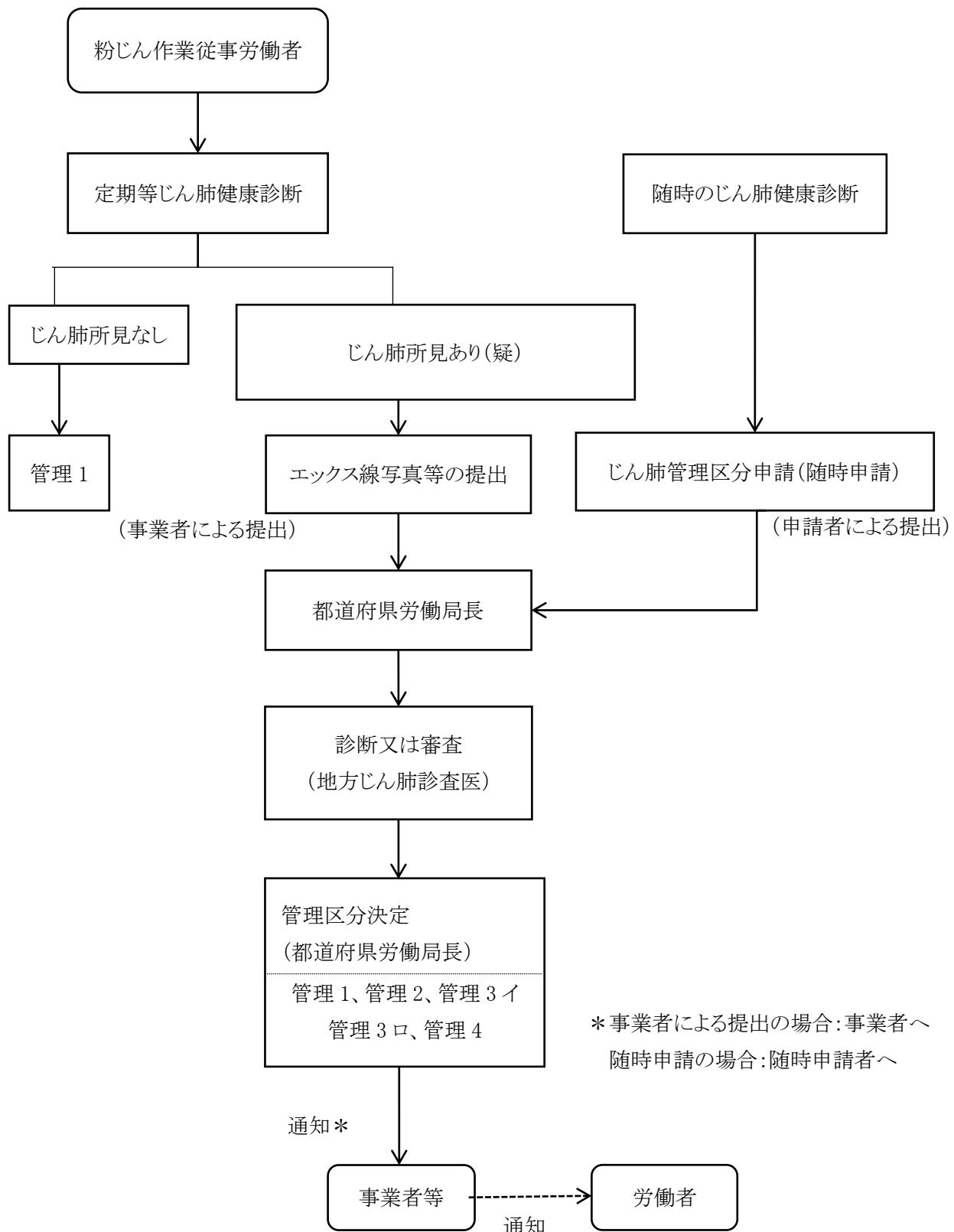
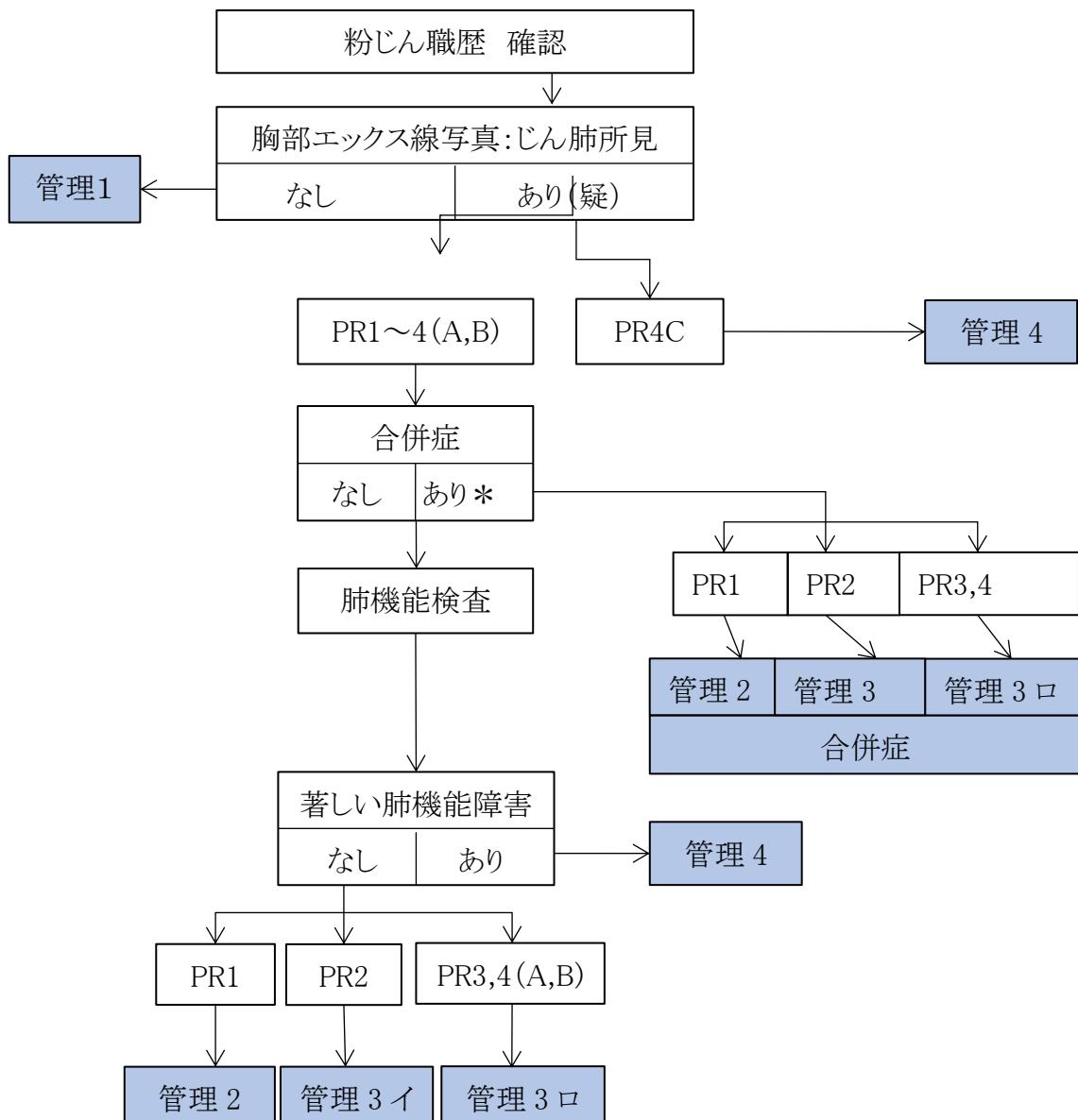


図 1 じん肺管理区分決定の流れ

(労働衛生のしおり 平成 27 年度 P115 図 21 より引用 一部改変)



*合併症にかかっている場合は肺機能検査を免除されていることに留意すること。

*喘息や心不全の急性増悪時に肺機能検査を行い、じん肺による肺機能障害かどうか評価が難しい例がみられることから、肺機能検査を行うに当たっては、検査を実施するタイミングに留意すること。

(昭和 53 年 4 月 28 日付け基発第 250 号「改正じん肺法の施行について」(最終改正平成 23 年 3 月 31 日))

図 2 じん肺診査医によるじん肺管理区分決定の手順

(「産業保健ハンドブックIV じん肺」(平成 20 年 5 月 27 日第 2 版) P104 図 4-8 より 一部改変)

小陰影の分布密度 (profusion rate : PR)

粒状影の密度に応じて第1型から3型までに区分する。区分に当たっては標準エックス線写真/フィルムを参考にする。型の区分を行う際には12階尺度を用いる。

分類	PR0			PR1			PR2			PR3		
細分類	0/-	0/0	0/1	1/0	1/1	1/2	2/1	2/2	2/3	3/2	3/3	3/+

2. 健康管理のための措置

(1) 一般的措置

イ. 有害因子のばく露の防止

(イ) 粉じんばく露の防止

じん肺の発生防止又はじん肺の進行防止のためには、粉じん作業に従事する労働者の粉じんばく露を防止することが重要である。このための具体的措置は労働安全衛生法に基づく「粉じん障害防止規則（昭和 54 年労働省令第 18 号）」に定められている。この規則による規制の対象となるのは、じん肺法の適用対象である粉じん作業のうち石綿関係作業（特定化学物質等障害予防規則により規制されている）を除いた作業と原則的に同じ作業である。各粉じん作業についてこの規則に基づいてとるべき措置の一覧は次表のとおりである。

表 1 各粉じん作業に対する措置の一覧

粉じん作業	特定粉じん発生源	特定粉じん発生源に係る措置	呼吸用保護具を使用する作業
1 鉱物等（湿潤な土石を除く。）を掘削する場所における作業。ただし、次に掲げる作業を除く。 イ 坑外の、鉱物等を湿式により試錐する場所における作業 ロ 屋外の、鉱物等を動力又は発破によらないで掘削する場所における作業	1 坑内の、鉱物等を動力により掘削する箇所	1 衝撃式削岩機を用いる場合衝撃式削岩機を湿式型とすること。 2 衝撃式削岩機を用いない場合湿潤な状態を保つための設備を設置すること。	1 坑内において衝撃式削岩機を用いて掘削する作業
1 の 2 ずい道等（ずい道及びたて坑以外の坑（採石法（昭和 25 年法律第 291 号）第二条に規定する岩石の採取のための	1 坑内の、鉱物等を動力により掘削する箇所	1 衝撃式削岩機を用いる場合衝撃式削岩機を湿式型とすること。 2 衝撃式削岩機を用いない場合湿潤な状態を保つ	1 の 2 動力を用いて掘削する場所における作業

ものを除く。)をい う。以下同じ。)の 内部の、ずい道等 の建設の作業のう ち、鉱物等を掘削 する場所における 作業		ための設備を設 置すること。	
2 鉱物等(湿潤なも のを除く。)を積載 した車の荷台を覆 し、又は傾けるこ とにより鉱物等 (湿潤なものを除 く。)を積み卸す場 所における作業 (次号、第3号の 2、第9号又は第18 号に掲げる作業を 除く。)			2 屋内又は坑内の、 鉱物等を積載した 車の荷台を覆し、 又は傾けることにより 鉱物等を積み 卸す場所における 作業
3 坑内の、鉱物等を 破碎し、粉碎し、 ふるい分け、積み 込み、又は積み卸 す場所における作 業。ただし、次に 掲げる作業を除 く。	2 鉱物等を動力(手 持式動力工具によ るものを除く。)に より破碎し、粉碎 し、又はふるい分 ける箇所	(1) 密閉する設備 を設置すること。 (2) 湿潤な状態に 保つための設備を 設置すること。	2 屋内又は坑内の、 鉱物等を積載した 車の荷台を覆し、 又は傾けることにより 鉱物等を積み 卸す場所における 作業 7 屋内又は坑内に おいて、手持式動 力工具を用いて、 鉱物等、炭素原料 又はアルミニウム はくを破碎し、又 は粉碎する作業
	3 鉱物等をずり積 機等車両系建設機 械により積み込 み、又は積み卸す 箇所	湿潤な状態に保つ ための設備を設置す ること。	

<p>イ 湿潤な鉱物等を積み込み、又は積み卸す場所における作業</p> <p>ロ 水の中で破碎し、粉碎し、又はふるい分ける場所における作業</p>	<p>4 鉱物等をコンベヤー（ポータブルコンベヤーを除く。以下この号において同じ。）へ積み込み、又はコンベヤーから積み卸す箇所（前号に掲げる箇所を除く。）</p>		
<p>3の2 ずい道等の内部の、ずい道等の建設の作業のうち、鉱物等を積み込み、又は積み卸す場所における作業</p>	<p>3 鉱物等をずり積機等車両系建設機械により積み込み、又は積み卸す箇所</p>	<p>湿潤な状態に保つための設備を設置すること。</p>	<p>2 屋内又は坑内の、鉱物等を積載した車の荷台を覆し、又は傾けることにより鉱物等を積み卸す場所における作業</p>
	<p>4 鉱物等をコンベヤー（ポータブルコンベヤーを除く。以下この号において同じ。）へ積み込み、又はコンベヤーから積み卸す箇所（前号に掲げる箇所を除く。）</p>	<p>湿潤な状態に保つための設備を設置すること。</p>	<p>2の2 動力を用いて鉱物等を積み込み、又は積み卸す場所における作業</p>
<p>4 坑内において鉱物等（湿潤なもの除外。）を運搬する作業。ただし、鉱物等を積載した車を牽引する機関車を運転する作業を除く。</p>			

5 坑内の、鉱物等 (湿潤なものを除く。) を充てんし、又は岩粉を散布する場所における作業			3 坑内の、鉱物等を充てんし、又は岩粉を散布する場所における作業
5 の 2 坑内であつて、第 1 号から第 3 号まで又は前号に規定する場所に近接する場所において、粉じんが付着し、又は堆積した機械設備又は電気設備を移設し、撤去し、点検し、又は補修する作業			3 の 2 坑内であつて、第 1 号から第 3 号まで又は前号に規定する場所に近接する場所において粉じんが付着し、又は堆積した機械設備又は電気設備を移設し、撤去し、点検し、又は補修する作業
5 の 3 坑内であつて、第 1 号から第 3 号の 2 まで又は前 2 号に規定する場所に近接する場所において、粉じんが付着し、又は堆積した機械設備又は電気設備を移設し、撤去し、点検し、又は補修する作業			3 の 3 坑内であつて、第 1 号から第 3 号の 2 に規定する場所に近接する場所において、粉じんが付着し、又は堆積した機械設備又は電気設備を移設し、撤去し、点検し、又は補修する作業
6 岩石又は鉱物を裁断し、彫り、又は仕上げする場所における作業（第 13 号に掲げる作業を除く。）。ただし、火炎を用いて裁断し、又は仕上げ	5 屋内の、岩石又は鉱物を動力（手持式又は可搬式動力工具によるものを除く。）により裁断し、彫り、又は仕上げする箇所	(1) 局所排気装置を設置すること。 (2) プッシュプル型換気装置を設置すること。 (3) 湿潤な状態に保つための設備を設置すること。	4 屋内又は坑内において、手持式又は可搬式動力工具を用いて岩石又は鉱物を裁断し、彫り、又は仕上げする作業

する場所における作業を除く。	6 屋内の、研磨材の吹き付けにより、研磨し、又は岩石若しくは鉱物を彫る箇所	(1) 密閉する設備を設置すること。 (2) 局所排気装置を設置すること。	5 屋外の、研磨材の吹き付けにより、研磨し、又は岩石若しくは鉱物を彫る箇所における作業
7 研磨材の吹き付けにより研磨し、又は研磨材を用いて動力により、岩石、鉱物若しくは金属を研磨し、若しくはぱり取りし、若しくは金属を裁断する場所における作業（前号に掲げる作業を除く。）	6 屋内の、研磨材の吹き付けにより、研磨し、又は岩石若しくは鉱物を彫る箇所	(1) 密閉する設備を設置すること。 (2) 局所排気装置を設置すること。	5 屋外の、研磨材の吹き付けにより、研磨し、又は岩石若しくは鉱物を彫る作業における作業
	7-1 屋内の、研磨材を用いて、動力（手持式又は可搬式動力工具によるものを除く。）により岩石、鉱物若しくは金属を研磨し、若しくはぱり取りし、又は金属を裁断する箇所（研削盤、ドラムサンダー等の回転体を有する機械に係る箇所を除く。）	(1) 局所排気装置を設置すること。 (2) プッシュプル型換気装置を設置すること。 (3) 湿潤な状態に保つための設備を設置すること。	6 屋内、坑内又はタンク、船舶、管、車両等の内部において、手持式又は可搬式動力工具、（研磨材を用いたものに限る。）を用いて、岩石、鉱物若しくは金属を研磨し、若しくはぱり取りし、又は金属を裁断する作業

	<p>7-2 屋内の、研磨材を用いて、動力(手持式又は可撤式動力工具によるものを除く。)により岩石、鉱物若しくは金属を研磨し、若しくばり取りし、又は金属を裁断する箇所(研削盤、ドラムサンダー等の回転体を有する機械に係る箇所に限る。)</p>	<p>(1) 局所排気装置を設置すること。</p> <p>(2) 湿潤な状態に保つための設備を設置すること。</p>	
8 鉱物等、炭素原料又はアルミニウムはくを動力により破碎し、粉碎し、又はふるい分ける場所における作業(第3号、第15号又は第19号に掲げる作業を除く。)。ただし、水又は油の中で動力により破碎し、粉碎し、又はふるい分ける場所における作業を除く。	8 屋内の、鉱物等、炭素原料又はアルミニウムはくを動力(手持式動力工具によるものを除く。)により破碎し、粉碎し、又はふるい分ける箇所	<p>(1) 密閉する設備を設置すること。</p> <p>(2) 局所排気装置を設置すること。</p> <p>(3) 湿潤な状態に保つための設備を設置すること(アルミニウムに係る箇所を除く。)。</p>	7 屋内又は坑内において、手持式動力工具を用いて、鉱物等、炭素原料又はアルミニウムはくを破碎し、又は粉碎する作業

9 セメント、フライ アッシュ又は粉状 の鉱石、炭素原料 若しくは炭素製品 を乾燥し、袋詰め し、積み込み、又 は積み卸す場所に おける作業（第 3 号、第 16 号又は第 18 号に掲げる作 業を除く。）	9 屋内の、セメン ト、フライアッシ ュ又は粉状の鉱 石、炭素原料、炭 素製品、アルミニ ウム若しくは酸化 チタンを袋詰めす る箇所	(1) 局所排気装置 を設置すること。 (2) プッシュプル 型換気装置を設置 すること。	8 セメント、フライ アッシュ又は粉状 の鉱石、炭素原料 若しくは炭素製品 を乾燥するため乾 燥設備の内部に立 ち入る作業又は屋 内において、これ らの物を積み込 み、若しくは積み 卸す作業
10 粉状のアルミニ ウム又は酸化チタ ンを袋詰める場 所における作業	9 屋内の、セメン ト、フライアッシ ュ又は粉状の鉱 石、炭素原料、炭 素製品、アルミニ ウム若しくは酸化 チタンを袋詰めす る箇所	(1) 局所排気装置 を設置すること。 (2) プッシュプル 型換気装置を設置す ること。	
11 粉状の鉱石又は 炭素原料を原料又 は材料として使用 する物を製造し、 又は加工する工程 において、粉状の 鉱石、炭素原料又 はこれらを含む物 を混合し、混入 し、又は散布する 場所における作業 (次号から第 14 号までに掲げる作 業を除く。)	10 屋内の、粉状の 鉱石、炭素原料又 はこれらを含む物 を混合し、混入 し、又は散布する 箇所	(1) 密閉する設備 を設置すること。 (2) 局所排気装置 を設置すること。 (3) プッシュプル 型換気装置を設置 すること。 (4) 湿潤な状態に 保つための設備を 設置すること。	
12 ガラス又はほう ろうを製造する工 程において、原料 を混合する場所に	11 屋内の、原料を 混合する箇所	(1) 密閉する設備 を設置すること。 (2) 局所排気装置 を設置すること。	

<p>おける作業又は原料若しくは調合物を溶解炉に投げ入れる作業。ただし、水の中で原料を混合する場所における作業を除く。</p>		<p>(3) プッシュプル型換気装置を設置すること。 (4) 湿潤な状態に保つための設備を設置すること。</p>	
<p>13 陶磁器、耐火物、けい藻土製品又は研磨材を製造する工程において、原料を混合し、若しくは成形し、原料若しくは半製品を乾燥し、半製品を台車に積み込み、若しくは半製品若しくは製品を台車から積み卸し、仕上げし、若しくは荷造りする場所における作業又は窯の内部に立ち入る作業。ただし、次に掲げる作業を除く。</p> <p>イ 陶磁器を製造する工程において、原料を流し込み成形し、半製品を生仕上げし、又は製品を荷造りする場所における作業</p> <p>ロ 水の中で原料を混合する場所における作業</p>	<p>11 屋内の、原料を混合する箇所</p> <p>12 耐火レンガ又はタイルを製造する工程において、屋内の、原料（湿潤なものを除く。）を動力により成形する箇所</p> <p>13 屋内の、半製品又は製品を動力（手持式動力工具によるものを除く。）により仕上げする箇所</p>	<p>(1) 密閉する設備を設置すること。 (2) 局所排気装置を設置すること。 (3) プッシュプル型換気装置を設置すること。 (4) 湿潤な状態に保つための設備を設置すること。</p> <p>(1) 局所排気設備を設置すること。 (2) プッシュプル型換気装置を設置すること。 (1) 局所排気装置を設置すること。</p> <p>(2) プッシュプル型換気装置を設置すること。 (3) 湿潤な状態に保つための設備を設置すること。</p>	<p>9 原料若しくは半製品を乾燥するため、乾燥設備の内部に立ち入る作業又は窯の内部に立ち入る作業</p>

<p>14 炭素製品を製造する工程において、炭素原料を混合し、若しくは成形し、半製品を炉詰めし、又は半製品若しくは製品を炉出しし、若しくは仕上げする場所における作業。ただし、水の中で原料を混合する場所における作業を除く。</p>	<p>11 屋内の、原料を混合する箇所</p> <p>(1) 密閉する設備を設置すること。 (2) 局所排気装置を設置すること。 (3) プッシュプル型換気装置を設置すること。 (4) 湿潤な状態に保つための設備を設置すること。</p>	<p>10 半製品を炉詰めし、又は半製品若しくは製品を炉出しするため、炉の内部に立ち入る作業</p>
	<p>13 屋内の、半製品又は製品を動力(手持式動力工具によるものを除く。)により仕上げする箇所</p> <p>(1) 局所排気装置を設置すること。 (2) プッシュプル型換気装置を設置すること。 (3) 湿潤な状態に保つための設備を設置すること。</p>	
<p>15 砂型を用いて鋳物を製造する工程において、砂型を造形し、砂型を壊し、砂落とし、砂を再生し、砂を混練し、又は鋳ばり等を削り取る場所における作業(第7号に掲げる作業を除く。)。ただし、水の中で砂を再生する場所における作業を除く。</p>	<p>14-1 屋内の、型ばらし装置を用いて砂型を壊し、若しくは砂落とし、又は動力(手持式動力工具によるものを除く。)により砂を再生し、砂を混練し、若しくは鋳ばり等を削り取る箇所</p> <p>(1) 密閉する設備を設置すること。 (2) 局所排気装置を設置すること。 (3) プッシュプル型換気装置を設置すること。</p>	<p>11 砂型を造形し、型ばらし装置を用いないで、砂型を壊し、若しくは砂落とし、動力によらないで砂を再生し、又は手持式動力工具を用いて鋳ばりを削り取る作業</p>
	<p>14-2 屋内の、型ばらし装置を用いて砂型を壊し、若しくは砂落とし、又は動力(手持式動力工具によるものを除く。)により砂を再生する箇所</p> <p>(1) 密閉する設備を設置すること。 (2) 局所排気装置を設置すること。</p>	

16 鉱物等（湿潤なものを除く。）を運搬する船舶の船倉内で鉱物等（湿潤なものを除く。）をかき落とし、又はかき集める作業			12 鉱物等（湿潤なものを除く。）を運搬する船舶の船倉内で鉱物等（湿潤なものを除く。）をかき落とし、又はかき集める作業
17 金属その他無機物を製鍊し、又は溶融する工程において、土石又は鉱物を開放炉に投げ入れ、焼結し、湯出しし、又は鋳込みする場所における作業。ただし、転炉から湯出しし、又は金型に鋳込みする場所における作業を除く。			土石又は鉱物を開放炉に投げ入れる作業
18 粉状の鉱物を燃焼する工程又は金属その他無機物を製鍊し、若しくは溶融する工程において、炉、煙道、煙突等に付着し、若しくは堆積した鉱さい又は灰をかき落とし、かき集め、積み込み、積み卸し、又は容器に入れる場所における作業			13 炉、煙道、煙突等に付着し、若しくは堆積した鉱さい又は灰をかき落とし、かき集め、積み込み、積み卸し、又は容器に入れる作業
19 耐火物を用いて窯、炉等を築造し、若しくは修理			14 耐火物を用いて窯、炉等を築造し、若しくは修理

し、又は耐火物を用いた窯、炉等を解体し、若しくは破碎する作業			し、又は耐火物を用いた窯、炉等を解体し、若しくは破碎する作業
20 屋内、坑内又はタンク、船舶、管、車両等の内部において、金属を溶断し、アーク溶接し、又はアークを用いてガウジングする作業。			14 屋内、坑内又はタンク、船舶、管、車両等の内部において金属を溶断し、アーク溶接をし、又はアークを用いてガウジングする作業。
20 の 2 金属をアーク溶接する作業			14 金属をアーク溶接する作業
21 金属を溶射する場所における作業	15 屋内の、手持式溶射機を用いないで金属を溶射する箇所	(1) 密閉する設備を設置すること。 (2) 局所排気装置を設置すること。 (3) プッシュプル型換気装置を設置すること。	15 手持式溶射機を用いて金属を溶射する作業
22 染土の付着した蘿草を庫入れし、庫出しし、選別調整し、又は製機する場所における作業			16 染土の付着した蘿草を庫入れし、又は庫出しどける作業
23 長大ずい道の内部のホッパー車からバラストを取り卸し、又はマルチプルタイタンパーにより道床を突き固める場所における作業			17 長大ずい道の内部において、ホッパー車からバラストを取り卸し、又はマルチプルタイタンパーにより道床を突き固める作業
24 石綿を解きほぐし、合剤し、紡績	※石綿障害防止規則による		

し、紡織し、吹き付けし、積み込み、若しくは積み卸し、又は石綿製品を積層し、縫い合わせ、切断し、研磨し、仕上げし、若しくは包装する場所における作業			
--	--	--	--

これらの措置に加えて次のような規定がある。

- ①特定粉じん作業以外の粉じん作業を行う場合、屋内作業場では全体換気装置による換気の実施等、坑内作業場では換気装置による換気の実施等の措置
- ②局所排気装置及び除じん装置の定期自主検査、点検及び補修
- ③特定粉じん作業に従事する労働者に対する特別教育の実施
- ④粉じん作業場以外の場所への休憩設備の設置
- ⑤毎日1回以上の清掃と1月1回以上の堆積粉じんの除去
- ⑥特定粉じん作業を行う屋内作業場における6月以内ごとに1回の作業環境測定
- ⑦一定の特定粉じん発生源について、関係する機械、設備の設置、移転の際の計画の届出

(ロ) 粉じん以外の有害因子ばく露の防止

粉じん作業を行っている作業場では、粉じんのほかに主に呼吸器系に有害な因子が同時に存在している場合があり、このような作業場においては、粉じんによるじん肺にとどまらず、これらの因子による呼吸器系疾病を防止することが重要であることはいうまでもないが、加えて、じん肺有所見者の合併症罹患の防止のためにも、これらの因子へのばく露防止が極めて重要である。これらの因子の例としては次のようなものがあげられる。

- ①アンモニア、塩化水素、硝酸等の酸及びアルカリ
- ②カドミウム、ニッケルカルボニル、ベリリウム等の金属
- ③塩素、臭素等のハロゲン
- ④二酸化硫黄、二酸化窒素等
- ⑤ホルムアルデヒド、無水マレイン酸、TDI等の有機化合物
- ⑥合成樹脂の熱分解生成物
- ⑦木材粉じん、獸毛のじんあい、落綿等
- ⑧石綿、クロム酸塩又は重クロム酸塩製造工程等のがん原性物質及びがん原性工程

ロ. 健康相談

健康診断は断面的なものであるが、健康相談及び次に述べる保健指導は連続的なものである。労働者が自らの健康について専門的な指導を受けたいと希望する場合に、労働者のニーズに応じて専門的な援

助を行うことが一般的に「健康相談」といわれている。「健康相談」を担うスタッフは、主に医師、保健婦、ケース・ワーカー等である。

健康相談は、一般に、労働者の要求に対してその道が開かれているのが通例であるが、単に窓口を開くことにとどまらず、利用の促進のために次のような点について十分な考慮が払われる必要がある。

- ①事業場の健康管理体制の中に位置づける
- ②担当者の自主性の尊重
- ③健康相談～措置の一貫性の確保
- ④諸情報の収集

ハ. 保健指導

「健康相談」が主に労働者の要求に対する対応として位置づけられるのに対して、「保健指導」は、一般に、医師、保健婦等の専門的判断に基づいて対象者の意志とは無関係に働きかけが行われるものである。保健指導の端緒となるものの例には次のようなものがある。

- ①健康診断、受診、治療等の結果
- ②職場、家庭、地域等からの情報
- ③諸種の調査、職場巡視等から得られた情報

粉じん作業従事労働者に対する保健指導の一般的な内容は次のようなものである。

a. じん肺の進行防止のための指導

- ①作業方法、作業場所、作業時間等についての指導
- ②防じんマスク等の防じん対策についての指導
- ③受診勧奨等の指導

b. 合併症等の罹患防止のための指導

- ①作業場における粉じん以外の有害因子へのばく露防止のための指導
- ②喫煙習慣等の生活習慣に対する指導
- ③呼吸器系の感染症罹患防止のための指導
- ④早期発見、受診勧奨等の指導

c. 健康の保持、増進のための指導

なお、「保健指導」における留意点は「健康相談」の場合と同様である。

ニ. 集団を対象とした衛生教育

じん肺のように、その初期には明らかな症状を呈することなく長い経過を経て重篤化していく疾患については、特に集団を対象とした衛生教育の役割は重要であり、かつ、機会をとらえて繰り返し行われる必要がある。

衛生教育の意義、方法、留意点等については既に多くの成書が出されているので、対象とする事業場や労働者に応じてこれらを参考にされたい。

(2) じん肺管理区分に基づく措置

イ. じん肺管理区分に基づく措置の体系

じん肺法では、個々の労働者のじん肺管理区分に応じた措置が体系的に定められており、その概要は図に示すとおりである。

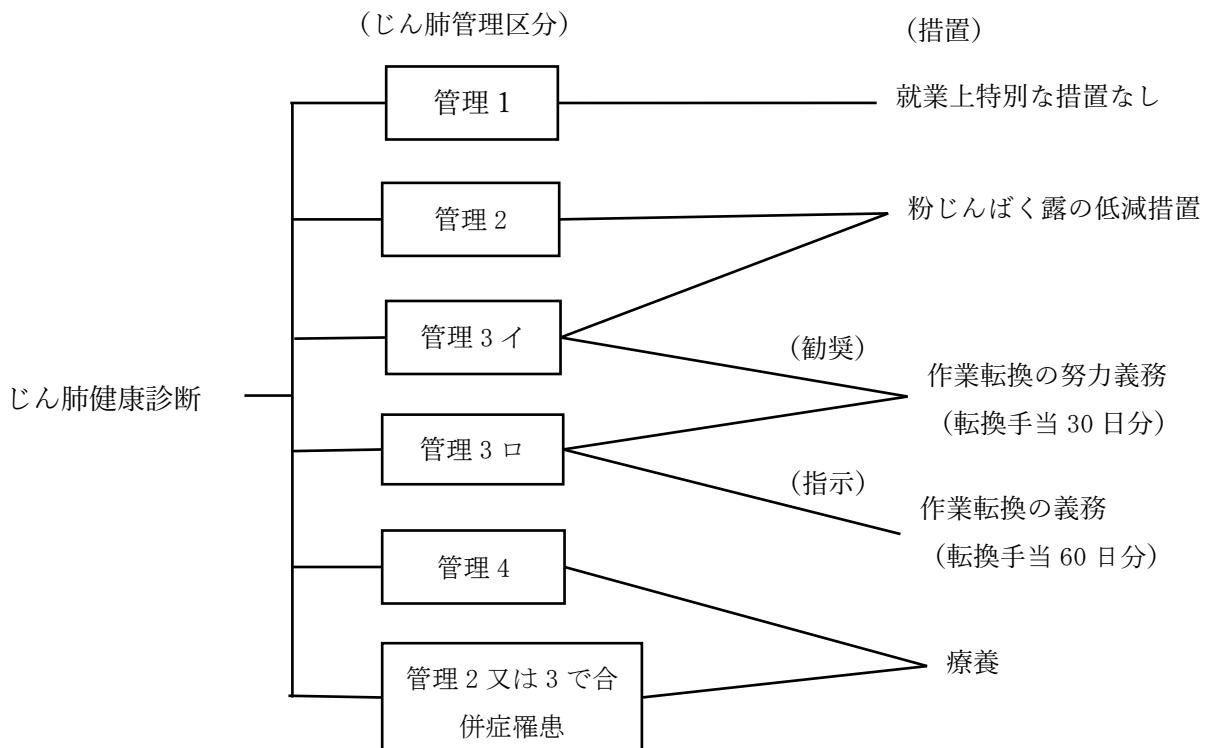


図 じん肺管理区分に基づく就業上の措置

以下、各措置の概要について述べる。

ロ. 粉じんばく露の低減措置

じん肺管理区分が管理 2 又は管理 3 イと決定された労働者については、粉じんばく露量を減らして、じん肺の進行を防止するために、同じ粉じん作業であっても粉じん濃度がより低い作業場所への移動、粉じん作業に従事する作業時間の短縮等の措置をとるよう努力すべきことを事業者に義務づけている。

吸入粉じんを減少させるため局所排気装置の有効な使用とともに、個人ばく露を減らすため有効な防じんマスクの選択を行うとともに、適正なマスクの使用を指導する。マスクのフィットテストの施行も有意義である。高い防護性能を有する電動ファン付き呼吸用保護具の使用も考慮する。

ハ. 作業転換（じん肺法第 21 条・第 22 条）

作業の転換とは、粉じん作業から労働者を粉じん作業以外の作業に転換することをいい、じん肺の進行を防止するためには、最も効果的な措置であるといえる。しかし、作業の転換は、長年従事してきた作業を離れることに伴う種々の社会的因素があり、労使の十分な協議、理解が不可欠である。

作業転換はじん肺管理区分に応じて次のような 3 段階がある。

a. 作業転換の勧奨

都道府県労働局長は、じん肺管理区分が管理 3 イである労働者が現に常時粉じん作業に従事しているときには、事業者に対してその労働者を粉じん作業以外の作業に従事するように勧奨することができる。

b. 作業転換の努力義務

事業者は a の規定による勧奨を受けたとき、又はじん肺管理区分が管理 3 ロである労働者が現に常時粉じん作業に従事しているときには、その労働者を粉じん作業以外の作業に常時従事させるよう努めなければならない。

c. 作業転換の指示

都道府県労働局長は、じん肺管理区分が管理 3 ロの労働者が現に常時粉じん作業に従事している場合において、地方じん肺診査医の意見により、当該労働者の健康を保持するため必要があると認めるときは、事業者に対してその者を粉じん作業以外の作業に常時従事させるべきことを指示することができる。

二. 療養

じん肺管理区分が管理 4 と決定された者及びじん肺管理区分が管理 2 又は管理 3 で合併症にかかっていると認められた者は療養を要するとされている。療養には休業して治療を受ける場合と就業しながら治療を受ける場合とがあり、治療を行う医師の判断にゆだねられる。

3. 離職後のじん肺有所見者の健康監視

じん肺は、粉じんばく露中止後も進行することがあることが知られている。このため、労働安全衛生法に基づいて、離職の際又は離職後、じん肺管理区分が管理2又は管理3であると認められた者に対して「健康管理手帳」が交付され、年1回国が健康診断の受診機会の供与を行っている。

追加参考文献

- 1) Altınsoy B, Öz İİ, Erboy F, Tor M, Atalay F. Emphysema and Airflow Obstruction in Non-Smoking Coal Miners with Pneumoconiosis. *Med Sci Monit.* 13;22:4887-4893. 2016
- 2) Santo Tomas LH. Emphysema and chronic obstructive pulmonary disease in coal miners. *Curr Opin Pulm Med.* 17(2):123-5. 2011
- 3) Kinsella M, Müller N, Vedal S, Staples C, Abboud RT, Chan-Yeung M. Emphysema in silicosis. A comparison of smokers with nonsmokers using pulmonary function testing and computed tomography. *Am Rev Respir Dis.* 141(6):1497-500. 1990
- 4) Fletcher CM. The clinical diagnosis of pulmonary emphysema ; an experimental study. *Proc Royal Soc Med* 1952 ; 45 : 577—584.
- 5) Hugh-Jones P, Lambert AV. A simple standard exercise test and its use for measuring exertion dyspnoea. *Brit Med J* 1951 ; 1 : 65—71.
- 6) Celli BR W, MacNee W, and committee members. Standards for the diagnosis and treatment of patients with COPD : a summary of the ATS/ERS position paper. *Eur Respir J* 2004 ; 23 : 932—946.
- 7) 宮本顕二：MRC 息切れスケールをめぐる混乱. *日呼吸会誌* 2008;46:593-600.