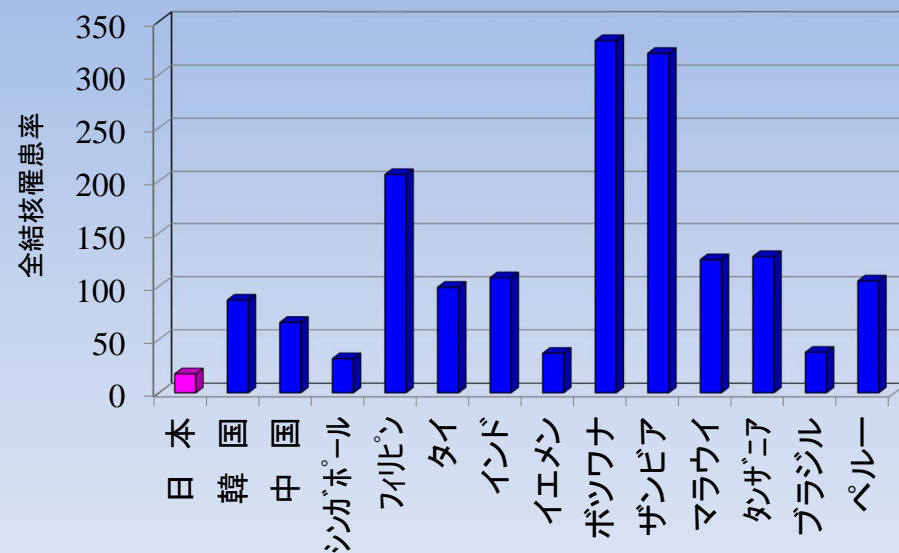


抗酸菌検査法について

村谷 哲郎

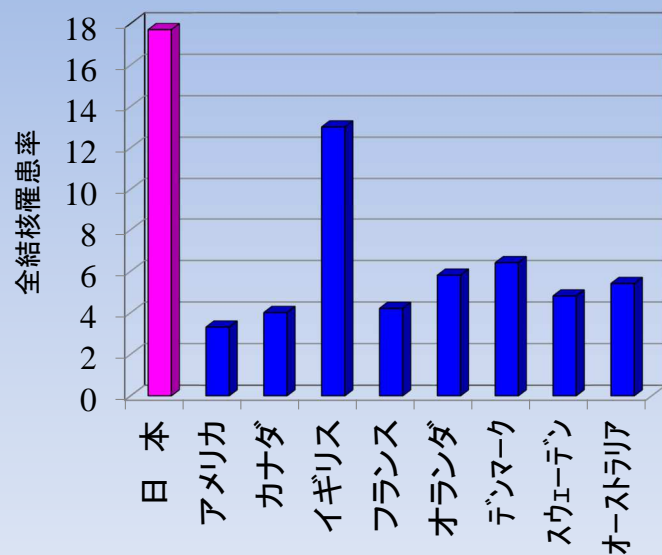
T. Murakami

世界の結核罹患率(2011年) 1



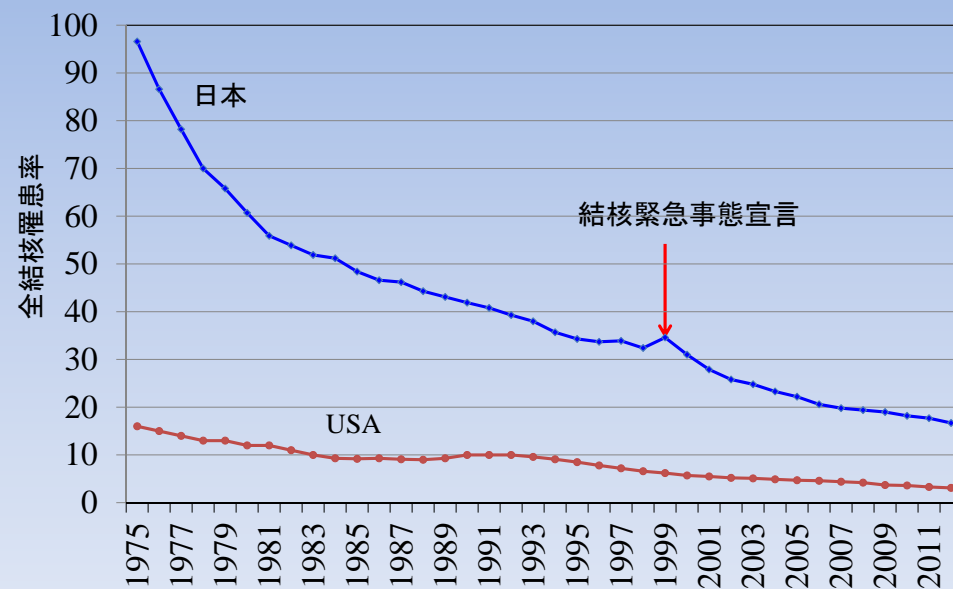
T. Murakami

世界の結核罹患率(2011年) 2



T. Murakami

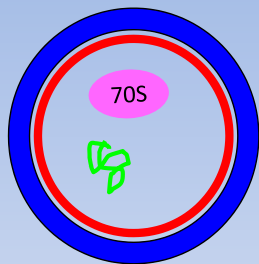
結核罹患率の年次推移



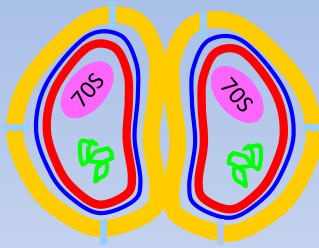
T. Murakami

細菌の膜構造

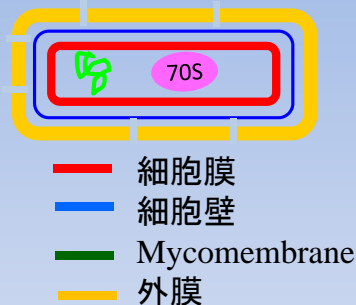
グラム陽性球菌



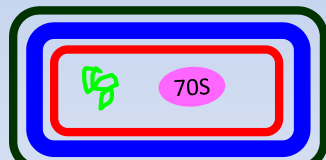
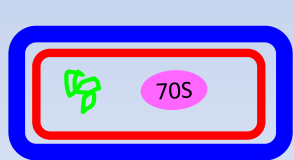
グラム陰性球菌



グラム陰性桿菌



グラム陽性桿菌



抗酸菌、ノカルジア、コリネバクテリウム属

ミコール酸炭素鎖長は菌属に依存し, *Corynebacterium*属: 22~38, *Rhodococcus* 属: 34~52, *Nocardia*属: 44~60, *Gordonia* 属: 48~66, *Mycobacterium*属: 60~90 **G. Murakami**

結核菌群

Mycobacterium tuberculosis complex

	Species	宿主
1	<i>M. tuberculosis</i>	
2	<i>M. bovis</i>	ウサギ、イヌ、ネコ、ブタ、オウム、アナグマ、シカ、ラクダ科動物、いくつかの鳥類、ヒトを含む霊長類
3	<i>M. bovis</i> BCG	Bacille de Calmette Guérin
4	<i>M. africanum</i>	西アフリカのヒト結核の半数以上を占める
5	<i>M. caprae</i>	ヒツジ、ブタ、イノシシ、アカシカ、およびキツネ 1999年から2001年の間にドイツでは主に肺症状としてヒト結核症例の31%を占めていた。
6	<i>M. microti</i>	モルモット、ウサギ、ラマ、ネコ、ミーアキャット、免疫不全または免疫抑制状態のヒト
7	<i>M. canettii</i>	小児のリンパ節炎、HIV陽性患者では全身性結核
8	<i>M. pinnipedii</i>	モルモット、ウサギ、ウシ、ラクダ、タピルス ヒトへの感染報告有り IGRA↑
9	<i>M. mung</i>	マングース
10	<i>M. orygis</i>	ソリクス、ガゼル、アンテロープ、ウォータールバック

これらの菌種は、表現型および哺乳動物宿主範囲の違いにより分類されていたが、遺伝子の違いは0.03~0.05%に過ぎない。

G. Murakami

非結核性抗酸菌の分類 (Runyonラニオン分類)

I群 Photochromogens 光発色菌	暗所で白色 1時間光を当て培養継続すると るレモン色からオレンジ色に発色	<i>M. asiaticum</i> , <i>M. kansasii</i> , <i>M. marinum</i> , <i>M. simiae</i>
II群 Scotochromogens 暗発色菌	光に関係なく 黄色	<i>M. flavescens</i> , <i>M. gordonae</i> , <i>M. letiflavum</i> , <i>M. nebraskense</i> <i>M. scrofulaceum</i> , <i>M. szulgai</i> , <i>M. ulcerans</i>
III群 Nonphotochromogens 非発色菌	光に関係なく白色	MAC , <i>M. gastri</i> , <i>M. malmoense</i> <i>M. nonchromogenicum</i> , <i>M. triplex</i> , <i>M. xenopi</i>
IV群 Rapid growers 迅速発育菌	1週間以内に発育	<i>M. abscessus</i> , <i>M. agri</i> , <i>M. brisbanense</i> , <i>M. chelonae</i> , <i>M. fortuitum</i> , <i>M. goodii</i> <i>M. phlei</i> , <i>M. smegmatis</i> ,

Runyon EH: Anonymous mycobacteria in pulmonary disease. Med Clin North Am 1959; 43: 273-90.

G. Murakami

結核菌 (*Mycobacterium tuberculosis*)

消毒薬、熱に強く、特に喀痰中の菌は5分以上煮沸が必要である。発育速度が遅く、肉眼的に認められるには、約4週間(3~8週)を要する。一般細菌の2分裂に要する時間は20~40分程度だが、結核菌は15hr以上を要する。

塗抹検査、核酸増幅法検査が早期診断には有用。ただし、最も感度よいのは培養法。直接塗抹法による塗抹検査の検出限界は結核菌7,000コ/ml喀痰。連続3回喀痰検査を実施。

感染した菌はマクロファージ内で増殖し、毒素などは産生せず、生体側のサイトカイン誘導を引き起こし、過剰免疫反応を起こさせる。菌の定着する場所により、肺結核、胸膜炎、脊椎カリエス、関節結核、尿路結核などを引き起こす。

G. Murakami

IGRAの適用

1. 接触者健診

感染性結核患者の接触者を対象に実施する。

2. 医療従事者の健康管理

医療従事者の入職時あるいは結核感染リスクの高い職場の定期健康診断として実施する。

3. 免疫抑制状態における患者での健康管理

HIV, 慢性腎不全, 透析患者等, 生物製剤の使用などの免疫低下を引き起こす患者の潜在性結核感染症 (LTBI) 治療の適用のために実施する。

4. 活動結核の補助診断

活動性結核が疑われるが菌陰性の患者の補助診断の目的で実施する。

G. Murakami

結核集団感染事例におけるQFT-3G 検査とT-SPOT 検査の比較検討

	陽性率 (%)	
	QFT-3G	T-SPOT
登録直後	71	29
3ヶ月後	38	4
2年後	27	5

【原著】結核集団感染事例におけるQFT-3G 検査とT-SPOT 検査の比較検討 / Comparison between QFT-3G and T-SPOT in the Contact Investigation of a Tuberculosis Outbreak. (PDF) 山田 全啓 他, Masahiro YAMADA et al. 531-536, Kekkaku 2016;91(6): 531-536.

感度

成人ではQFT-3G > T-SPOT

小児、高齢者 QFT-3G < T-SPOT

と理解できるデータが多い。

G. Murakami

潜在性結核感染症 (latent tuberculosis infection: LTBI)

結核菌に感染しているが発症していない状態をLTBIという。

「初感染結核」に対する予防内服は29歳以下のみが公費負担の対象になっていたが、LTBI治療は原則としてツ反またはインターフェロンγ遊離試験 (interferon-gamma release assay: IGRA) の実施を条件に、新しい感染のみならず、過去の感染者で免疫抑制状態等にあるため発病リスクが高いと考えられて治療をする場合を含め、年齢にかかわらず公費負担の対象となった

厚生労働省健康局結核感染症課長: 潜在性結核感染症
の取扱いについて. 健感発第0801001号. 平成19年8月1日

発症リスクの高い集団が増加

HIV患者、ステロイド投与、透析患者、コントロール不良糖尿病

関節リウマチに対する生物学的製剤使用患者 (レミケード®、エンブレル®など)

BCG

パスツール研究所のアルベール・カルメット (Albert Calmette) とカミーユ・ゲラン (Camille Guérin) は *Mycobacterium bovis* (ウシ型結核菌) Nocard株 (強毒株) を5% ウシ胆汁加ジャガイモ培地で3週間に1回継代し、これを13年間で230代繰り返した。その結果、複数の遺伝子が欠損し、無毒化された菌株が得られた。

これが現在ワクチン株として使用されている Bacille de Calmette Guérin (BCG) である。国ごとに継代培養されていった結果、現存するBCGには国ごとに遺伝的な違いが生じている。

BCG Tokyo株は、1924年志賀潔がカルメットから分与された株が元となっている。

染色体DNAの欠損した領域はRD (Region of Difference) として1-9が報告されており、**遺伝子検査での鑑別に使用されている。**



ツベルクリン反応

ツベルクリン反応(遅延型アレルギー反応)。結核菌の培養ろ液から蛋白質分画だけを取り出した精製ツベルクリン(PPD: purified protein derivative)を使用。前腕に皮内接種し、48時間後に発赤の長径9mm以下は陰性、10mm以上は陽性と判定する。

BCGは通常、ツベルクリン反応検査の注射を行い、陰性(場合によっては疑陽性)の場合に経皮接種が行われる。接種時期は以前は、幼児期、小学、中学の3回であったが、2005年の法改正により、接種時期は生後6ヵ月未満(生後3ヶ月以降が推奨されている)の1回となり、ツベルクリン反応検査なしで接種することとなった。

方法としては1960年代から管針法(直径2センチくらいの円の中に針が9本あるスタンブ状の管針と呼ばれる接種器を上腕部に2回押し付けて行う方法)がとられている。接種後しばらくは赤くはれた状態になり、かさぶた状に変化して、1ヵ月後にはかさぶたが取れて18個の痕がくっきり残る。この痕は時間の経過とともに薄くなり見えなくなっていくが、完全に消えることはほとんどなく、多くの人は痕が一生残ることになる。

G. Murakami

ツベルクリン反応の成績の記載様式

略符号	判定	ツベルクリン反応の状態
—	陰性	発赤の長径の9mm以下の者
+	弱陽性	発赤の長径の10mm以上で硬結を触れず二重発赤のない者
++	中等度陽性	発赤の長径の10mm以上で硬結を触れ、あるいは計測できる者
+++	強陽性	発赤の長径の10mm以上で硬結を触れるほか、二重発赤、水疱あるいは壊死等を伴う者

(1995年に改定された)

二段階ツ反検査

(特に感染を受けていなければ2回目は8～10mm大きくなる)
ツ反により、ブースター現象が認められる可能性があるため、最初に1～3週間間隔をおいて2度のツ反を行う。2回目のツ反成績はベースラインのツ反結果として、結核感染の判定に有力な参考となる

G. Murakami

イムノブラダー膀胱注用

Mycobacterium bovis BCG株

適応症: 表在性膀胱癌、膀胱上皮内癌

尿道カテーテルを膀胱内に無菌条件下で挿入し、残尿を排出した後、通常80mgのBCG(生食39mLに懸濁する)を含有している希釈液を同カテーテルより膀胱内にできるだけゆっくりと注入し、原則として2時間膀胱内に保持する。

週1回8週間繰り返す。

本剤注入後の最初の排尿は、適当な容器(蓄尿容器等)に採り、BCG感染のおそれがないよう消毒した後、廃棄すること。

消毒の方法としては、例えば、排尿に半量の10%次亜塩素酸ナトリウム液(ハイポライト等)を加えて15分間置いておく方法などがある。

G. Murakami

イムノブラダーの作用機序と副作用

BCGはフィブロネクチンを介して腫瘍細胞内に取り込まれ、BCGを取り込んだ腫瘍細胞は直接的に抗原提示細胞として、あるいは間接的にマクロファージに貪食されることにより、BCG抗原及び／又は腫瘍特異抗原をTリンパ球に提示し、Tリンパ球の感作が成立する。細胞傷害性Tリンパ球は標的腫瘍細胞を直接に傷害し、Tリンパ球の産生する種々のサイトカインもまた、腫瘍細胞に傷害的に作用する。また、サイトカインの一部はマクロファージを活性化し、腫瘍細胞の貪食、破壊を効果的に行うようになると考えられる。

播種性BCG感染、局所性BCG感染、異所性BCG感染を起こす可能性がある。また、敗血症、肝炎、脳脊髄膜炎、膀胱炎、腎盂腎炎、腎炎、前立腺炎、精巣上体炎、動脈瘤等があらわれることがある。

このような症状があらわれた場合は、本剤の投与を中止し、適切な処置を行うとともにイソニアジド、リファンピシン、エタンブトール等の抗結核剤併用療法を行うこと。なお、BCGはピラジナミドに感受性を示さない。

G. Murakami

BCGの抗腫瘍効果と膀胱注の歴史

1929年	Pearlら	肺結核患者は非結核患者より癌の発生が低いと報告。BCGの癌治療への応用に関心が高まった。
1970年	Mortonら	臨床において、悪性黒色腫に対してBCGに腫瘍効果が得られた。
1976年	Molaresら	表在性膀胱癌の患者9例にBCGを膀胱内投与し、全例に有効性を認めた
1980年	Lammら	BCG膀胱内注入がTUR-Bt後の再発を有意に抑制することを確認した。
1986年	Lammら	ADMとBCGの無作為比較試験を行った。CISにおいて、BCGの方が高いCR率とより長期の5年無再発生存期間を示した。Ta, T1症例におけるTUR-Bt後の無再発生存期間も有意に延長した。

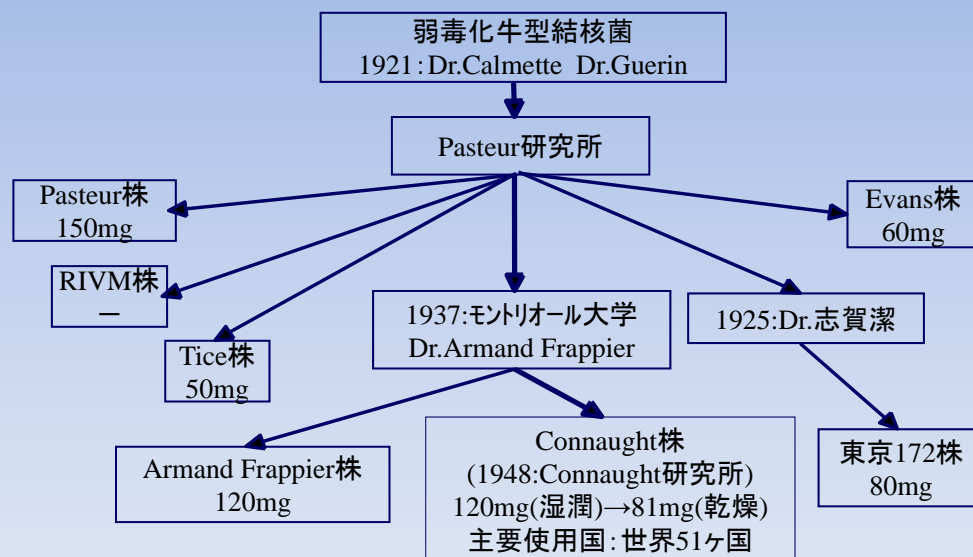
上皮内癌(Carcinoma in situ: CIS)とは浸潤性増殖を伴わない癌を意味する。G. Murakami

BCG免疫療法が奏効するための条件

- ①宿主がBCGに遅延的過敏反応をもつこと
→表在性膀胱癌は全身からみた腫瘍負荷は小さいので、全身の免疫を落とすことはまず有り得ない
- ②適切な数の生きた菌(CFU/ 1×10^8 個以上)が必要であること
→死菌は効果なし
- ③BCGと腫瘍との綿密な接触が必要であること
→膀胱はBCGと接触させるだけの物理的余裕がある
- ④腫瘍負荷が比較的小さいこと
→表在性膀胱癌の腫瘍負荷は小さい

Zbar & Rapp(Cancer 34:1532-1540,1974) G. Murakami

BCG・Connaught株の由来



G. Murakami

各種BCG 製剤のコロニー形成数

菌株	臨床用量	菌数 ($\times 10^8$ CFU)	主要使用国
Connaught	81 mg	10.2 ± 9.0	USA、ドイツ、カナダ、 アジア等世界51ヶ国
Tokyo172	80 mg	32~80	日本
Pasteur	150 mg	6.25	欧州
Armand Frappier	120 mg	8.4	欧州
Tice	50 mg	1~8	USA
Evans	60 mg	10~30	UK
RIVM	—	5	オランダ

G. Murakami

抗酸菌関連試験



Class IIBが推奨
Class IIA2も許容される

G. Murakami

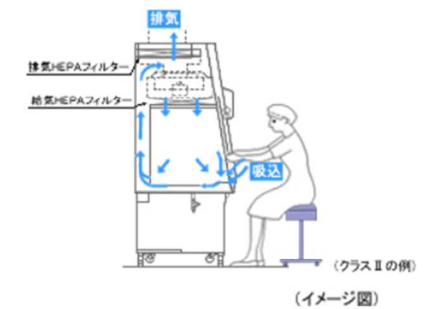
バイオハザード対策用キャビネットとクリーンベンチの違い

一般的なクリーンベンチ



検体を清浄空間で扱うことが第一目的。

バイオハザード対策用キャビネット



作業者の安全性を図るのが第一目的。
かつ検体を清浄空間で扱う。

HITACHIのwebsiteより

G. Murakami

バイオハザード対策用キャビネットの分類

クラス	クラスI	クラスII	クラスIII
構造			
設備	BSL2~BSL3(P2~P3レベル)		BSL4
特長比較	<ul style="list-style-type: none"> 実験者への感染抑制の性能が良い。 キャビネット内には外部雑菌が混入するので、菌の抑制操作を必要としない実験に適する。 	<ul style="list-style-type: none"> 実験者への感染抑制とキャビネット内の清浄度の性能を合わせ持つ。 気流方式により、タイプA2、Cの2種類(日立型式分類)がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 一種病原体の生物材料を取り扱うことができ、信頼性は最も高い。 密閉形のため操作性はかなり制限される。
主要試験項目	風速・風量試験 HEPAフィルタ透過率試験	(NSF及びJIS規格) 気流バランス試験、気密度試験 風速・風量試験、HEPAフィルタ透過率試験	気密度試験 HEPAフィルタ透過率試験

HITACHIのwebsiteより

クラスI:ドラフト + 排気滅菌(吸気が未滅菌のため、箱内に無菌性はない)

クラスII:ドラフト + 排気滅菌 + 滅菌吸気エアカーテン

クラスIII:ドラフト + 排気滅菌 + 滅菌吸気 + 隔壁(グローブボックス)

G. Murakami

日立の型式分類	—		A2	—		B2 or C	
JISの分類	A1		A2	B1		B2	
構造							
実験室のレベル	BSL2~BSL3(P2~P3)						
用途	生物材料及び不揮発有害物質 (少量揮発性物質、ガスの取扱い含む)			生物材料及び相当量の揮発性有害物質の取扱い			
気流方式	一部循環 一部排気			全排気			
循環気率	約70%			約50%		0%	
排気	室内排気、少量の揮発性物質・ガスの使用時には 開放式接続ダクトによる室外換気			密閉式ダクトによる室外換気			
汚染プリナム	負圧、又は負圧プリナムで囲む		負圧、又は 負圧プリナムに囲まれる		汚染プリナムは全て負圧		
気流バランス試験	枯草菌芽胞を噴霧し検査						
本体気密度	正圧維持法によって30分後の内圧低下が10%以内、他石けん法、ヘリウムガス法、六フッ化硫黄ガス法						
HEPA効率	0.3μm粒子で99.99%以上						
流入風速	0.4m/s以上かつ、 気流バランス試験合格風速		0.5m/s以上かつ、気流バランス試験合格風速				
吹出風速	メーカー設定風速値による			HITACHIのwebsite			

HITACHIのwebsiteより

G. Murakami

汚染プリナム 作業空間で発生した汚染エアロゾルを含む気流が到達する空間
ISO15189では、Class IIB使用が望ましいと記載されており、Class IIA2も許容されている。

ISOで望ましいと記載されている場合、次の改訂で必須となるケースがあるので注意が必要。これから導入する場合、外部排気型を採用するのが無難。

G. Murakami

抗酸菌関連試験

接触者検診から結核菌群ならびに非定型抗酸菌同定感受性まで
集菌塗抹蛍光法(82点)

受付翌日の14:00頃までに報告可能(日祝日は含まず)

(報告書は午後便、陽性の場合はFAX報告)

培養 小川法(204点)、液体法(280点)

固形培地は小川培地、液体培地はMGIT法使用

薬剤感受性試験(300点) ビットスペクトル-SRを採用。10薬剤測定

リアルタイムPCR 結核菌群、MAC(アビウム、イントラセラーレ)

TB(410点) 通常2~4日後報告(再検の場合、最大5日後)

MAC(421点) 通常2~4日後報告(再検の場合、最大7日後)

抗酸菌同定(410点)(DDH)

抗酸菌同定(種目数にかかわらず一連につき)(361点)

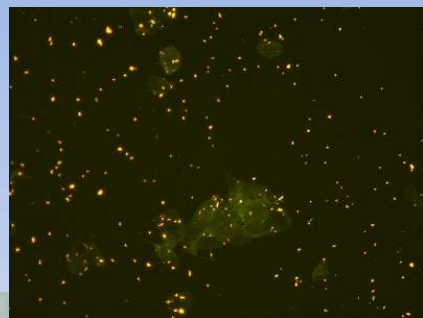
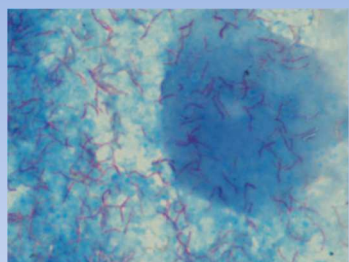
結核菌特異蛋白刺激性遊離インターフェロン- γ 測定(630点)

クオンティフェロン3G(2Gと特異度は同等、感度が高い)を導入

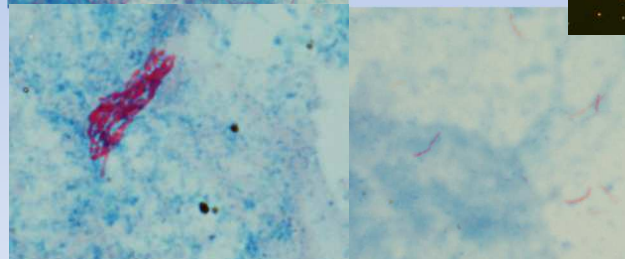
通常2~4日後報告

G. Murakami

抗酸菌塗抹



蛍光染色 (×200)



チールネルゼン染色
(×1,000)



G. Murakami

D020 抗酸菌分離培養検査

1 抗酸菌分離培養(液体培地法)280点

2 抗酸菌分離培養(それ以外のもの)204点

(1) 抗酸菌分離培養検査は、検体の採取部位が異なる場合であっても、同時に又は一連として検体を採取した場合は、1回のみ所定点数を算定する。

(2) 「1」の抗酸菌分離培養(液体培地法)は、液体培地を用いて培養を行い、

酸素感受性蛍光センサー(MIGIT 日本BD)、

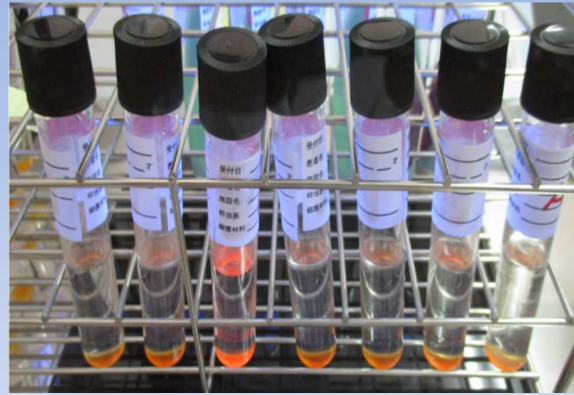
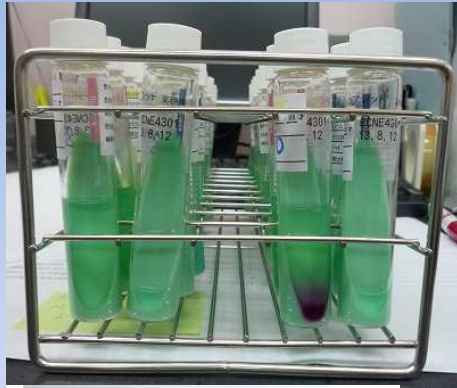
二酸化炭素センサー(MPボトル Biomerieux)又は

酸化還元呈色色素(マイコアシッド 極東製薬)を用いて検出を行った場合に算定する。

(3) 「2」の抗酸菌分離培養(それ以外のもの)は、(2)に掲げるもの以外について算定する。

(4) 抗酸菌分離培養検査は、結核患者の退院の可否を判断する目的で、患者の病状を踏まえ頻回に行われる場合においても算定できる。

G. Murakami



MP抗酸菌培養ボトル

G. Murakami



G. Murakami

抗酸菌用固形培地

Lowenstein-Jensen (LJ) Medium

Ingredients	LJ培地	2%小川培地
Amount		
Potato Starch	3 g	3g
L-Asparagine	0.36 g	0
Sodium Glutamic acid	0	0.5 g
KH ₂ PO ₄	0.24 g	2g
Magnesium Citrate	0.06 g	0.1 g
Malachite Green	0.04 g	0.8g
MgSO ₄	0.024 g	0
Glycerol	1.2 ml	4mL
Egg suspension	100 ml	200 mL
Distilled Water	60 ml	100 mL

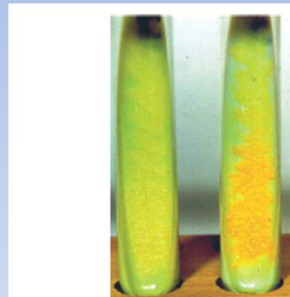


FIGURE 2 M. marinum on Löwenstein-Jensen slants after 2 weeks of growth before exposure to light (left) and after exposure to light (photochromogenic) (right).

G. Murakami

検体の前処理

喀痰均質化

NALC処理

SAP-NALC処理

SAP-NALC-アシッドプラス

NaOH-スプーテメントゾル

雑菌処理

2% NaOH

2% NaOH

2% NaOH-塩化セチルピリジニウム

4% NaOH-塩化セチルピリジニウム

集菌法

通常法

ニチビー法

セントラップMB法

TBビーズ法

遠心力

3,000 × g, 20 min

1,600 × g, 5 min

2,000 × g, 10 sec

遠心操作不要。

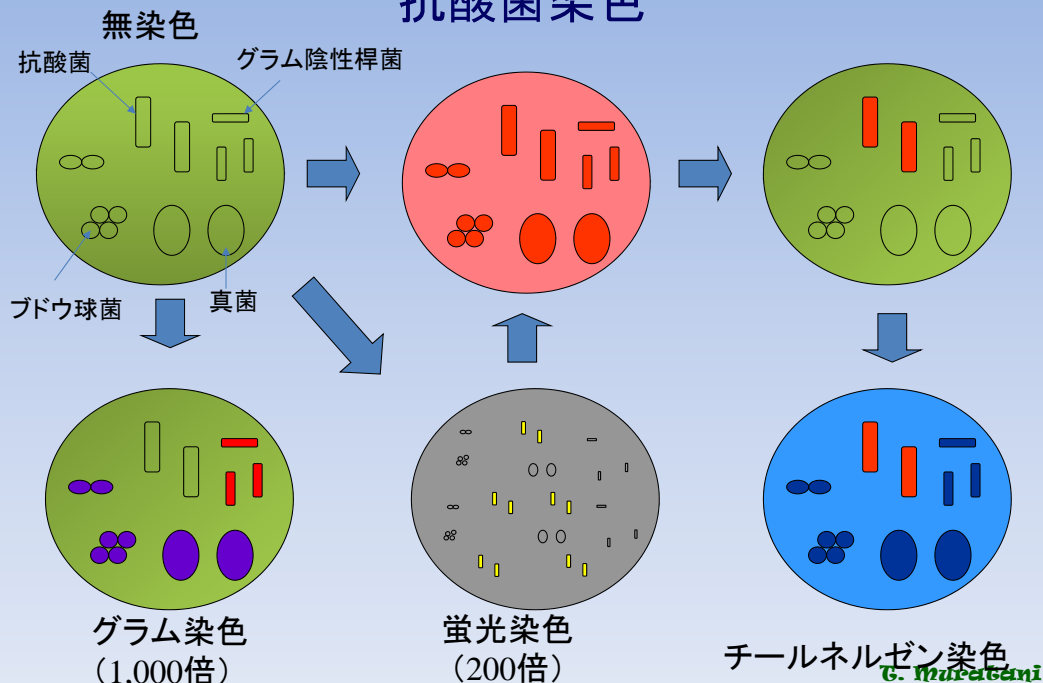
磁性ビーズへ吸着



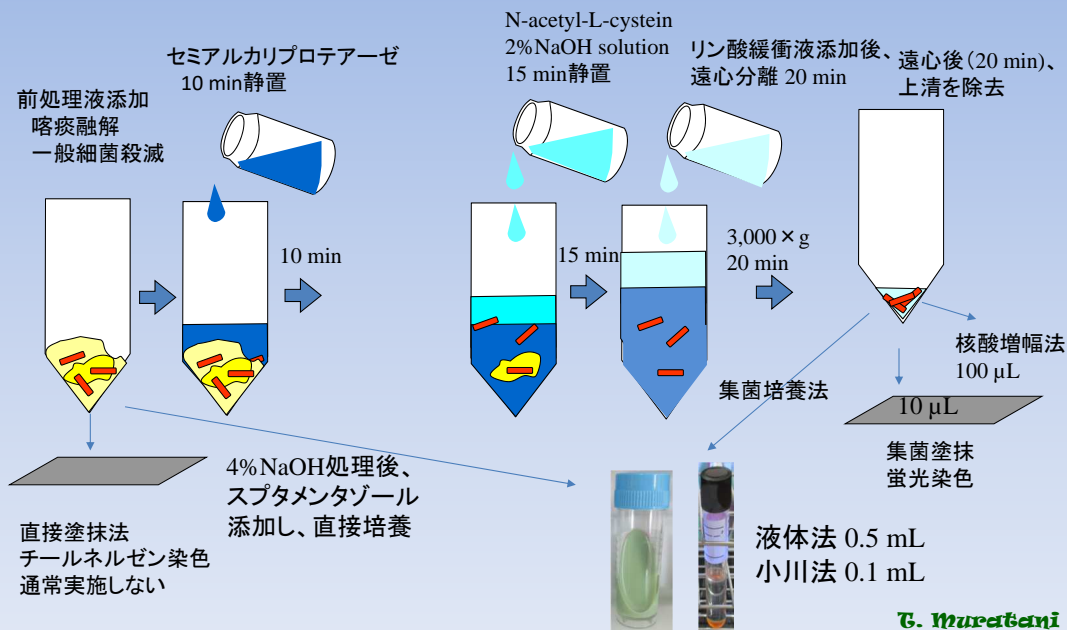
バイオハザード対策として、シーリングキャップ付きバケットの使用は必須
シーリングキャップ付きバケットで3,000 × gに耐えられるローターは特殊

G. Murakami

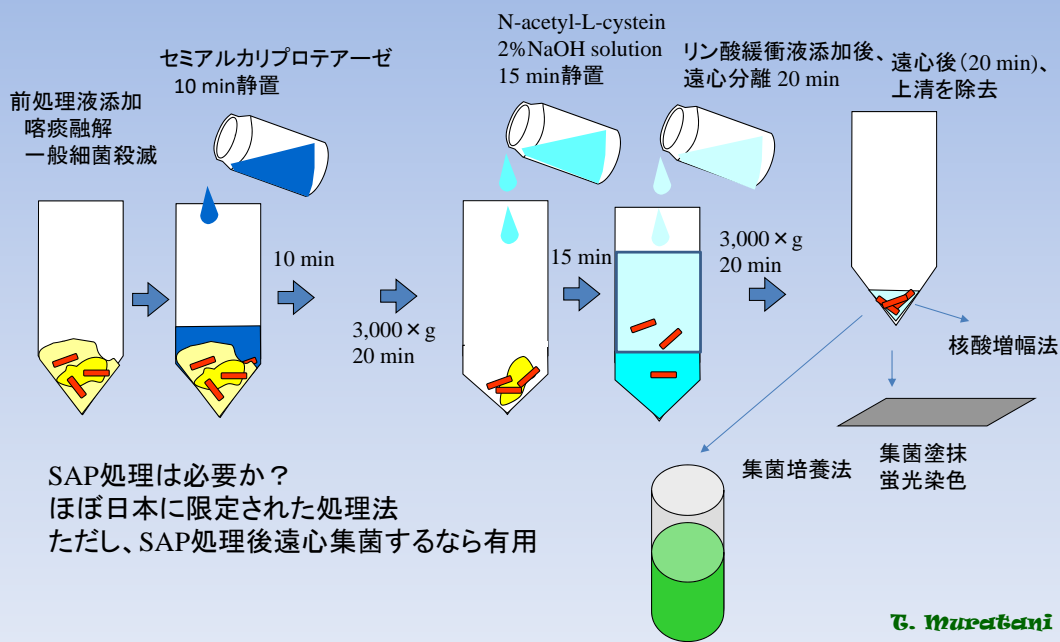
抗酸菌染色



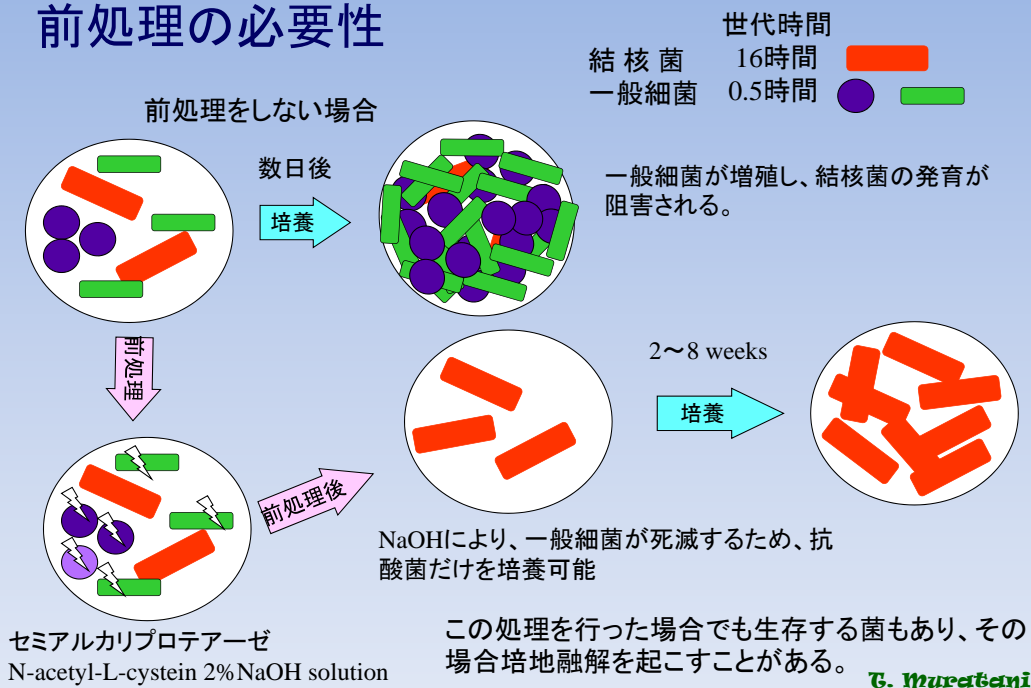
直接法と集菌法1



直接法と集菌法2



前処理の必要性



抗酸菌塗抹鏡検の判定方法

鏡検における検出菌記載法
(新結核菌検査指針)

記載法	蛍光法 (200倍)	チール・ネル ゼン法(1,000倍)	備考*
—	0/30視野	0/300視野	G0
±	1~2/30視野	1~2/300視野	G1
1+	2~20/10視野	1~9/100視野	G2
2+	> 20/10視野	> 10/100視野	G5
3+	> 100/1視野	> 10/1視野	G9

*相当するガフキー号数

参考: ガフキー号数
ガフキー号数 検出菌数
(500倍)

0	全視野に	0
1	全視野に	1~4
2	数視野に	1
3	1視野平均	1
4	"	2~3
5	"	4~6
6	"	7~12
7	" (やや多数)	13~25
8	" (多数)	26~50
9	" (はなはだ多数)	51~100
10	" (無数)	101以上

G. Murakami

検体処理の精度管理

塗抹陽性検体での培養陽性率 $\geq 95\%$
ただし、治療中の患者は除く

雑菌汚染率の管理方法

固形培地の汚染率 2~5%

液体培地の汚染率 5~10%

許容範囲を超えた場合は、前処理工程(特に均一化不十分)の確認が必要
許容範囲を下回った場合、過度の雑菌処理が行われ、抗酸菌へのダメージが強すぎると推測されるので、試薬や手技の確認が必要
ただし、塗抹陽性検体の培養陽性率が高ければ問題なし。

G. Murakami

抗酸菌同定

試験管法 361点
2008年に製造販売中止

DDH法 410点
結核菌を含む18菌種の同定が可能
多量の菌体を必要とするため、時間がかかる。

イムノクロマト法 291点
結核菌群の同定

質量分析法 361点
多菌種の同定が可能

核酸増幅法

G. Murakami

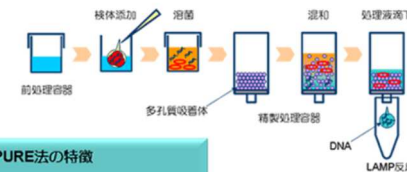
抗酸菌核酸増幅法

製品名	発売元	対象菌種	増幅・検出時間
コバスTaqMan	ロシュ	TB, <i>M. avium</i> , <i>M. intracellulare</i>	90 min
TRC	東ソー	TB, <i>M. avium</i> , <i>M. intracellulare</i>	40 min
LAMP法	栄研化学	TBのみ	40 min
ジーンキューブ	東洋紡	TB, <i>M. avium</i> , <i>M. intracellulare</i>	30 min

NALC処理済み検体を使用

栄研化学は、喀痰から直接10分でDNAを抽出できるPURE法キットあり

PURE法を用いた喀痰からの直接抽出



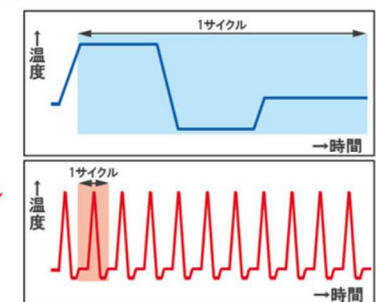
PURE法の特徴

- > 検体由来の阻害物質を除去
- > 検体処理時間は、数分
- > 検体種類は喀痰等

ジーンキューブ

従来法の増幅サイクル
<条件例>
94℃ 45秒
60℃ 45秒
72℃ 60秒 35サイクル

GENECUBEの増幅サイクル
<条件例>
97℃ 1秒
60℃ 3秒
63℃ 5秒 50サイクル



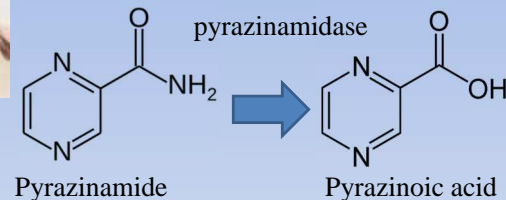
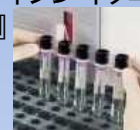
抗酸菌感受性1

ビットスペクトル MTB-1 NTM

薬剤名	保険点数	380点	380点	380点
	対象菌群	抗酸菌	結核菌群	非結核性抗酸菌
	測定方法	一濃度比率法	微量液体希釈法	微量液体希釈法
	結果報告法	カテゴリー (S, R)	MIC及びカテゴリー	MIC及びカテゴリー
	報告日数*	2～4週間	8～11日	8～11日
略号	一般名	濃度 (μg/ml)	濃度 (μg/ml)	濃度 (μg/ml)
SM	ストレプトマイシン	10	0.06 - 128	0.06 - 128
EB	エタンブトール	2.5	0.06 - 128	0.06 - 128
KM	カナマイシン	20	0.06 - 128	0.06 - 128
INH	イソニアジド	0.2, 1.0	0.03 - 32	—
RFP	リファンピシン	40	0.03 - 32	0.03 - 32
RBT	リファブチン	—	0.004 - 8	0.008 - 16
LVFX	レボフロキサシン	1.0	0.03 - 32	0.03 - 32
CPFX	シプロフロキサシン	—	0.03 - 2	—
CAM	クラリスロマイシン	—	—	0.03 - 32
ETH	エチオナミド	20	—	0.5 - 16
AMK	アミカシン	—	—	0.5 - 16
EVM	エンビオマシン	20	—	—
CS	サイクロセリン	30	—	—
PAS	パラアミノサリチル酸	0.5	—	G. Murakami

抗酸菌感受性

BD バクテック™ MGIT™ システム 結核菌薬剤感受性検査用
『ミジットシリーズ ストレプトマイシン イソニアジド リファンピシン エタンブトール』
『ミジットシリーズ ピラジナミド』
判定まで全自動
5薬剤実施で380点



耐性遺伝子検出
ジェノスカラー PZA, INH, RFP
それぞれ 850点

Xpert MTB/RIF「セフィエド」

ピラジナミドはプロドラッグであり、酸性化で、結核菌の持つピラジナミダーゼにより、ピラジン酸となり、1型脂肪酸合成酵素の機能を阻害し、抗菌力を発揮する。リボソームS1タンパクに結合し、タンパク合成を阻害する機序もある。
酸性化で感受性測定実施の必要がある。
ピラジナミダーゼ遺伝子 (*pncA*) の変異株では無効である。

G. Murakami