A top-down view of a petri dish containing a dark agar surface covered with numerous small, white, circular bacterial colonies. The colonies are densely packed in the center and become sparser towards the edges. A semi-transparent blue banner with yellow text is overlaid on the upper portion of the dish.

レジオネラ属菌の性状と 予防対策について

長崎県衛生公害研究所
衛生微生物科 田栗利紹

本日の話題

- レジオネラの性状
 - レジオネラ症とは
 - レジオネラに感染する仕組み
- レジオネラ予防対策
 - レジオネラ汚染源の迅速検出に関する研究
 - 平成15-17年度 長崎県衛生公害研究所 田栗ら
 - 掛け流し式温泉の病原微生物汚染調査
 - 平成17年度 厚生労働科学研究 井上ら

レジオネラの性状

本日の主な登場人物

バイオフィルム
(生物膜; いわゆるぬめり)

レジオネラ

アメーバ

細菌

老廃物

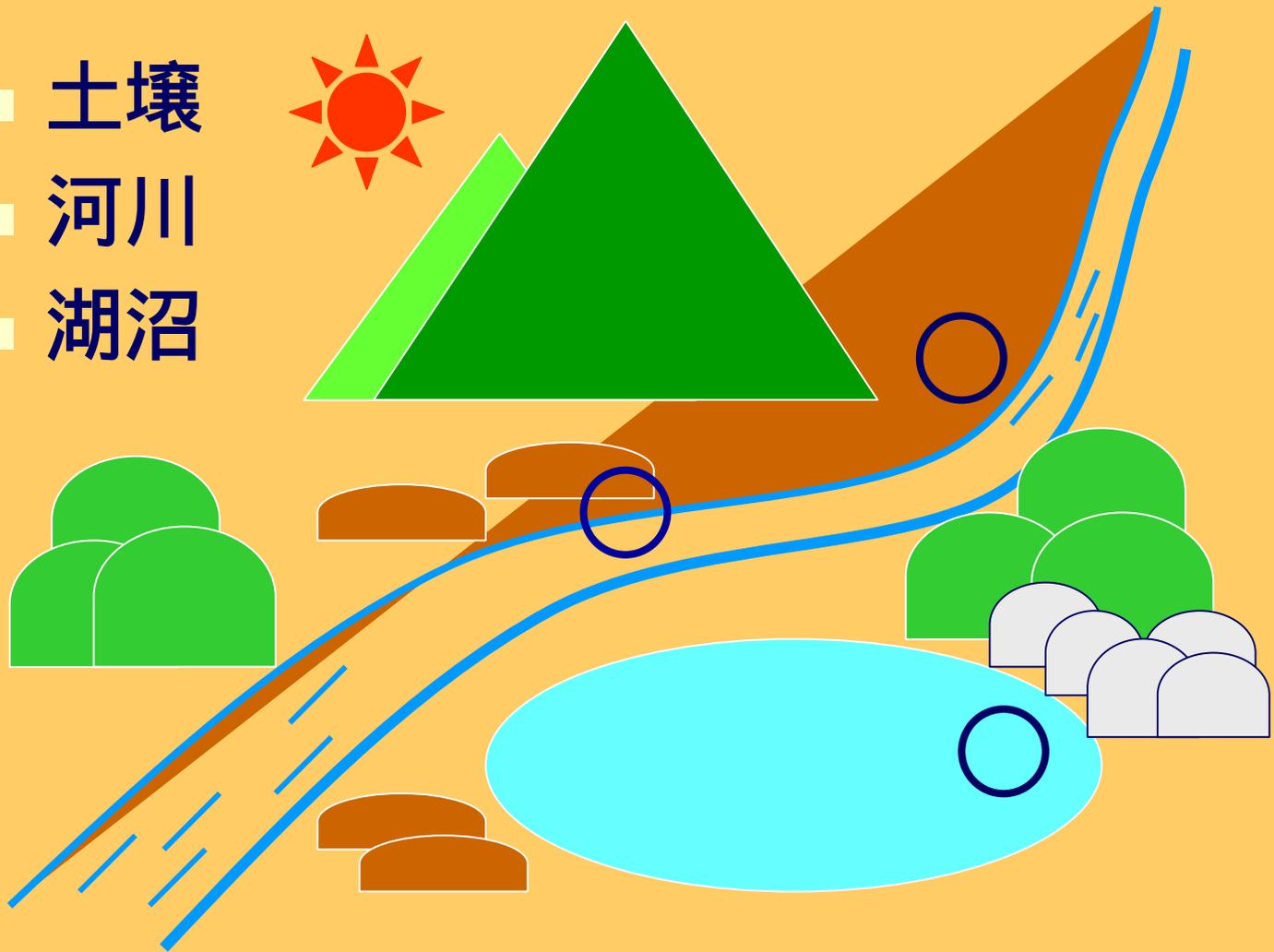
アメーバ

細菌

ヒト, 温泉, 循環風呂,
掛け流し, 冷却塔

レジオネラの本来の棲息地

- 土壌
- 河川
- 湖沼



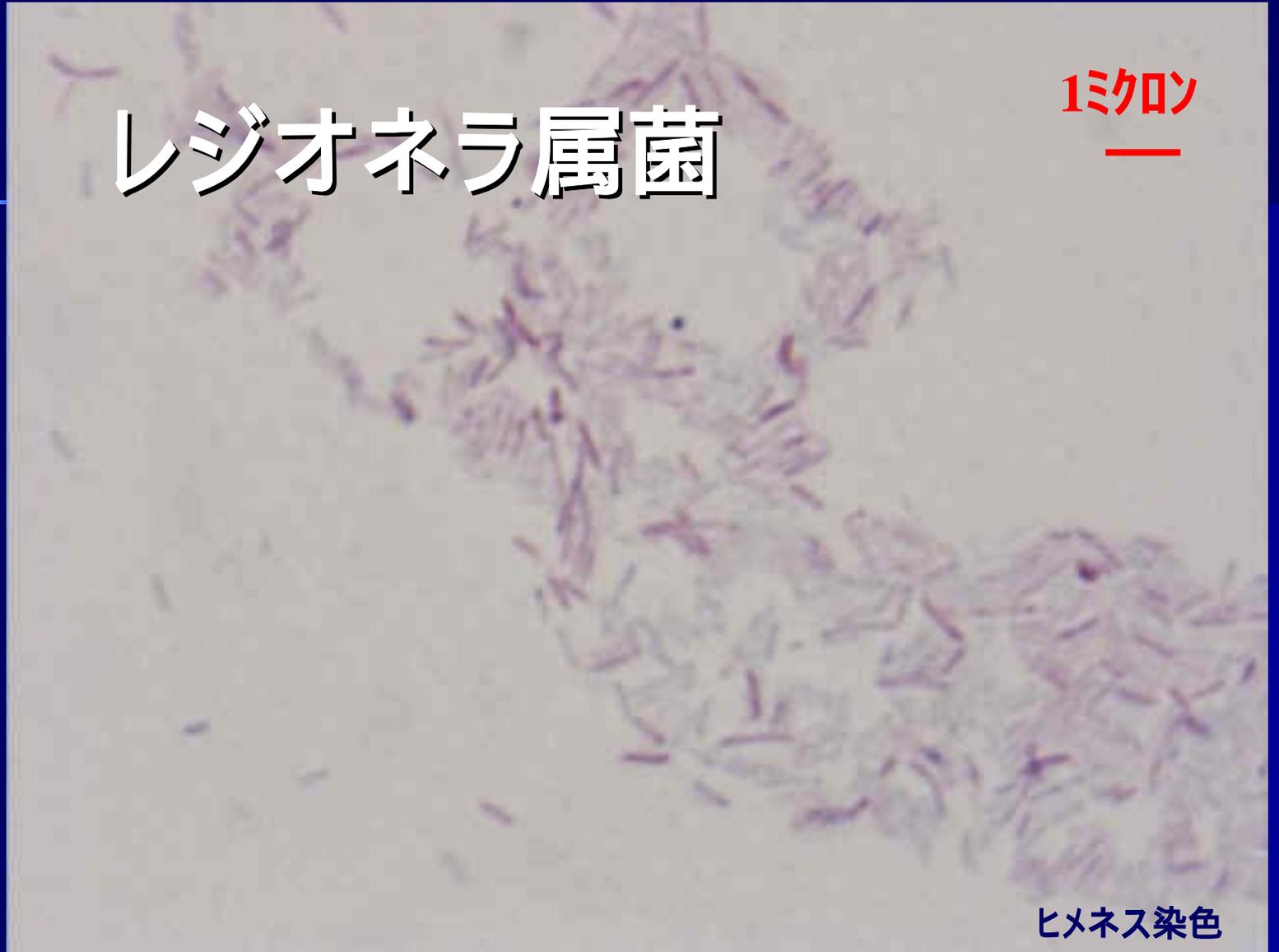
レジオネラとは

- 土壌、河川など自然環境に広く存在する細菌(バクテリア)の一種
- 大きさ約 1×0.1 ミクロン(1/1000mm)のこん棒状(好適条件では長い連鎖状)
- アメーバなどの捕食動物の細胞内で死なない(激しく増殖する)
- 熱に比較的強い(至適温度 $20 \sim \dots 60$)
- 塩素に比較的抵抗性

レジオネラ属菌

1ミクロン
—

ヒメネス染色



レジオネラと関係の深いアメーバ



栄養体

Acanthamoeba



シスト



Hartmannella

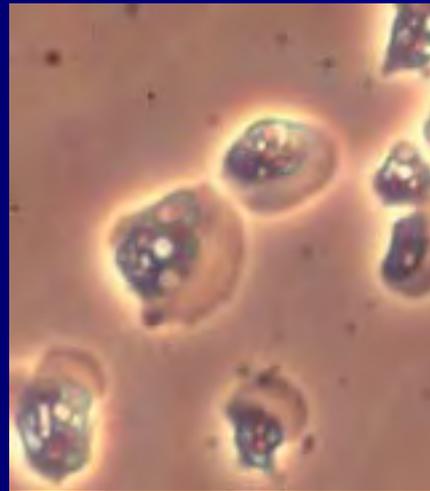
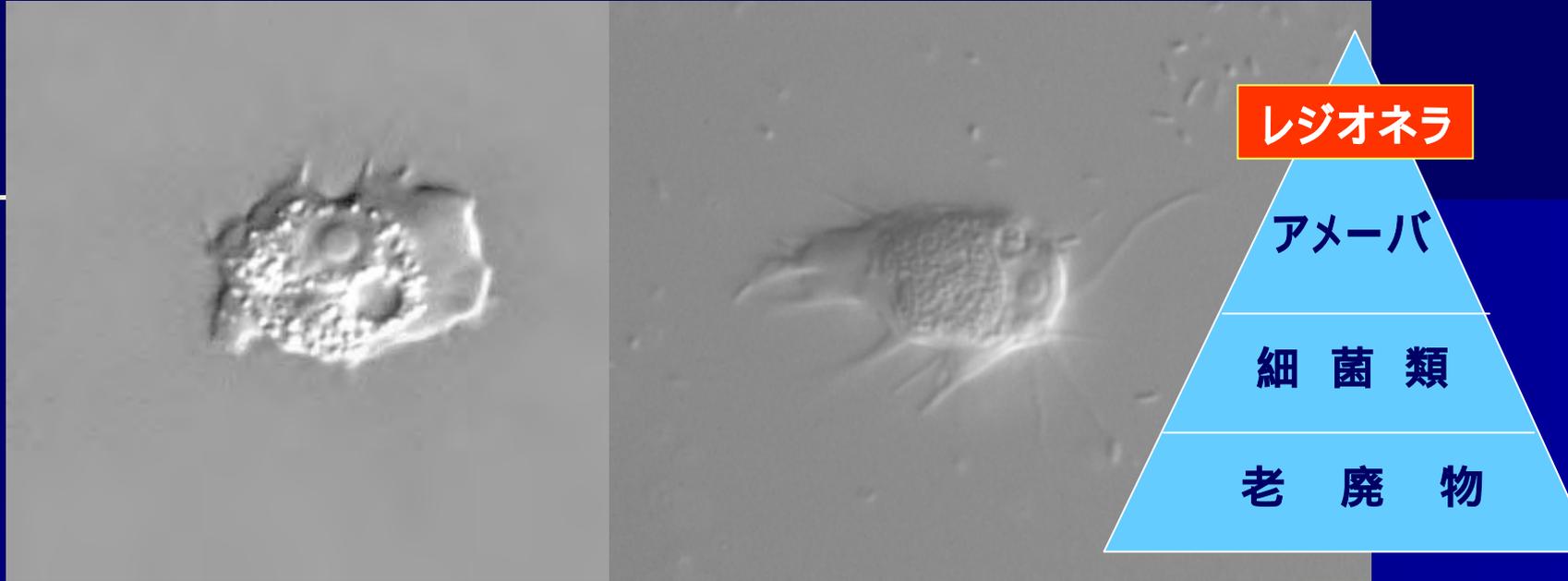


写真: 国立感染症研究所
寄生動物部

大きさ: 10 ~ 70 ミクロン



食物連鎖：セレンゲッティの草原では、雨が降り、草原がよみがえると草食獣の群で満たされる。しかし、その数は肉食獣たちによって調節されている。



浴槽の環境をセレンゲッティの平原に例えれば、入浴者の老廃物は緑の草原、草食動物は細菌類、アメーバはそれを食べるライオンに当たる。

レジオネラ属菌はアメーバの中で増殖する、いわば獅子身中の虫である。



レジオネラはアメーバに寄生して増殖する。やがて、アメーバを破壊して水中に分散し、新たな宿主アメーバに寄生する。

写真：国立感染症研究所寄生動物部

Legionella 属菌の感染経路

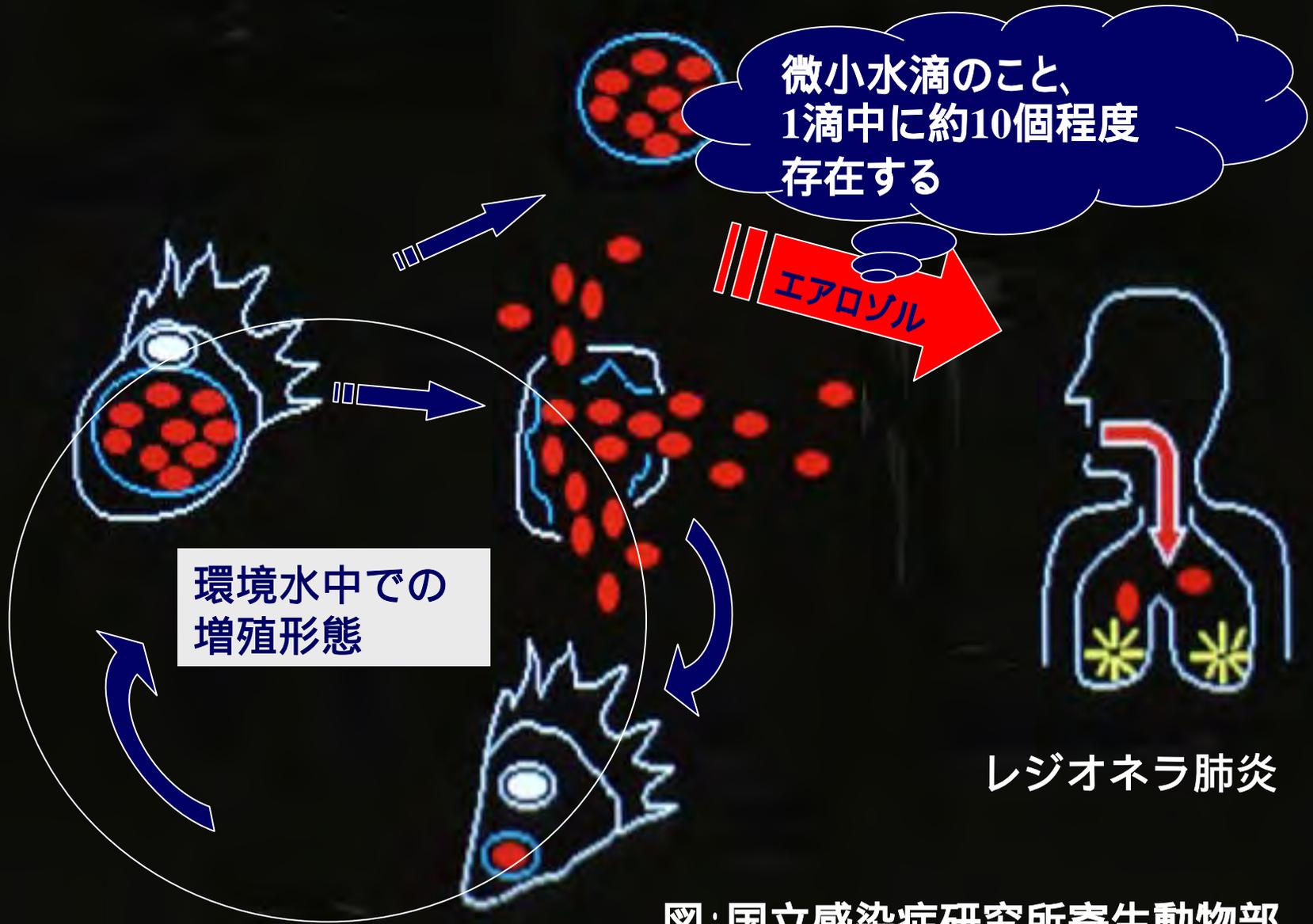
微小水滴のこと、
1滴中に約10個程度
存在する

エアロゾル

環境水中での
増殖形態

レジオネラ肺炎

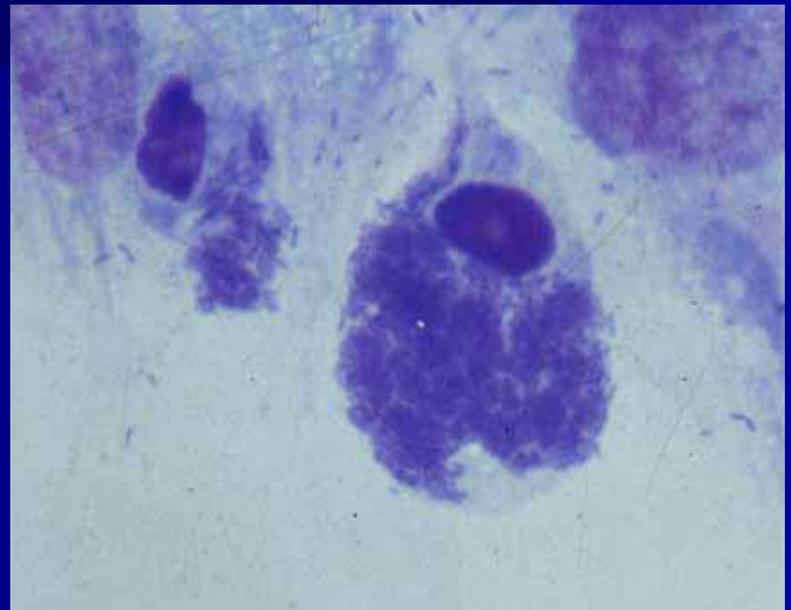
図：国立感染症研究所寄生動物部



レジオネラ肺炎の発見

- 1976年夏米国フィラデルフィアの在郷軍人 大会において、集団肺炎が発生。
- 患者 221 名、死者 29 名
- 原因菌は新菌種

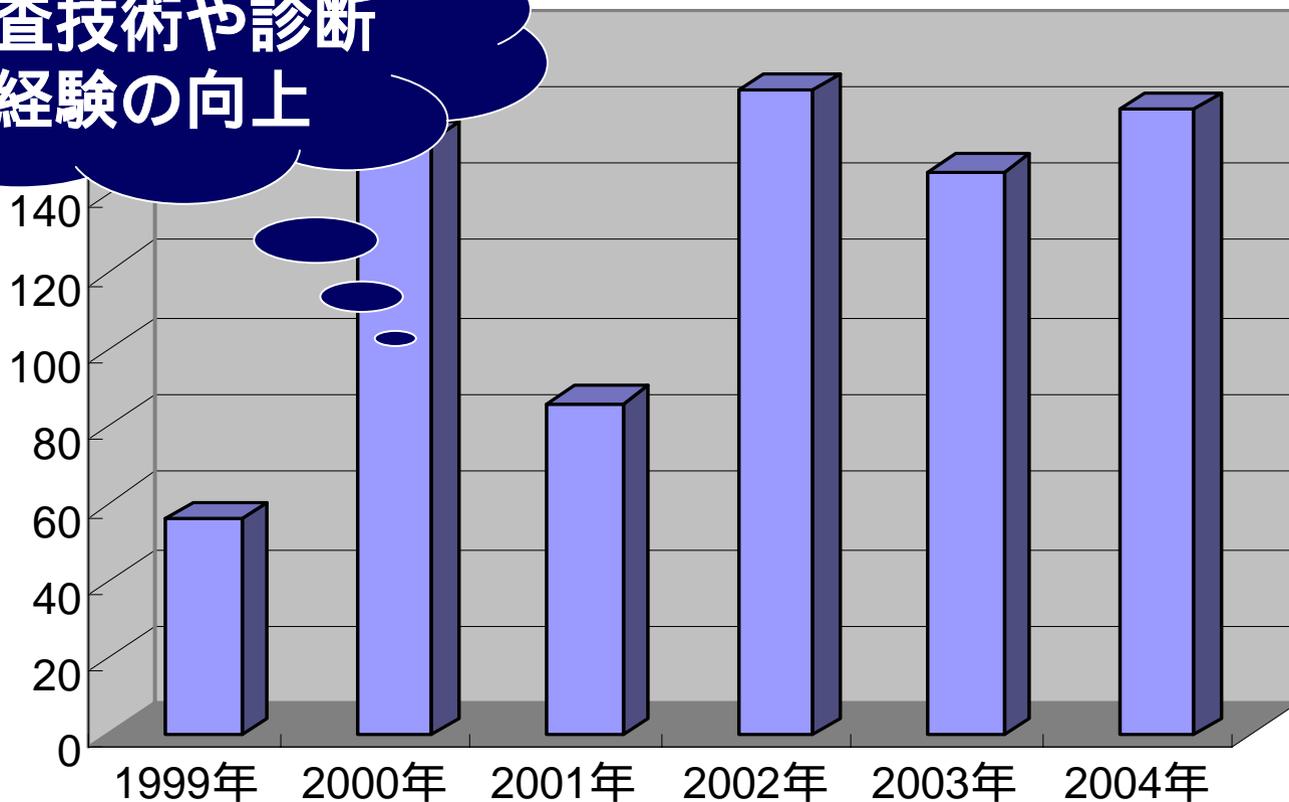
Legionella pneumophila



レジオネラ症とは

- レジオネラ属菌を肺に吸い込むことで感染する。
肺の中の感染防御を司るマクロファージに取り込まれるが抵抗して消化されず爆発的に増殖する(アメーバ感染と同じ機構)。
- ポンティアック熱
インフルエンザに似た熱性疾患。
集団発生以外では認識されにくい。
- レジオネラ肺炎
的確な治療を行えば治る確率が高い。
症状は多彩で一般肺炎と区別はつかない(診断が難しい)。
一般肺炎と治療薬が異なる。経過が早い。

検査技術や診断
経験の向上



レジオネラ症届出数の年次推移

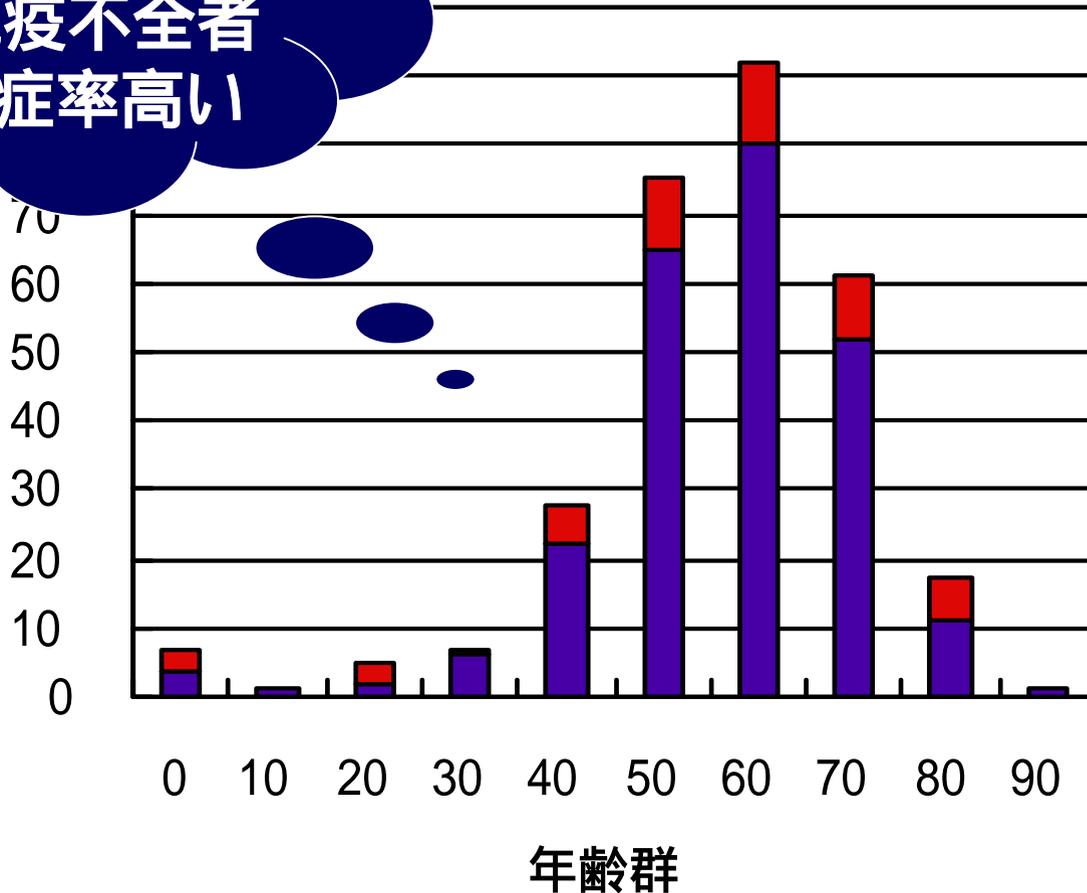
レジオネラ症患者の性別年齢別分布

1999.4-2001.12

(厚生労働省
感染症発生動向調査)

子ども、お年寄り、
免疫不全者の
発症率が高い

発症数



■ 女性 17%
■ 男性 83%

死亡率 6.3%

推定される感染源

1999.4-2001.12

(厚生省感染症発生動向調査)

	人数
温泉、入浴施設等	104
24時間風呂、自宅風呂	9
空調	6
土、塵埃	5
スポーツ施設、温水プール等	3
河川	2
腐葉土	2
井戸水	1
浄水場	1
下水道	1
計	134

近年のレジオネラ肺炎集団感染事例

年月	地域	感染源	患者数	備考
2000.1	広島県	病院加湿器	2名	(新生児)
2000.1-8	山形県	温泉施設	8名	
2000.3	静岡県	温泉施設	23名	死亡2名
2000.6	茨城県	温泉施設	43名	死亡3名
2001.1	愛知県	温泉施設	2名	
2002.7-8	宮崎県	温泉施設	295名	確定32、死亡7名
2002.8-9	鹿児島県	温泉施設	7名	確定7、死亡1名

茨城県石岡市のレジオネラ集団感染事例のその後

(茨城新聞平成12年12月19日)

現在までに要した関連経費

91,110,220円

和解金

82,218,632円 (90%)

患者総数	334名 (66名の相談者を含む)
和解成立	257名
未解決	11名

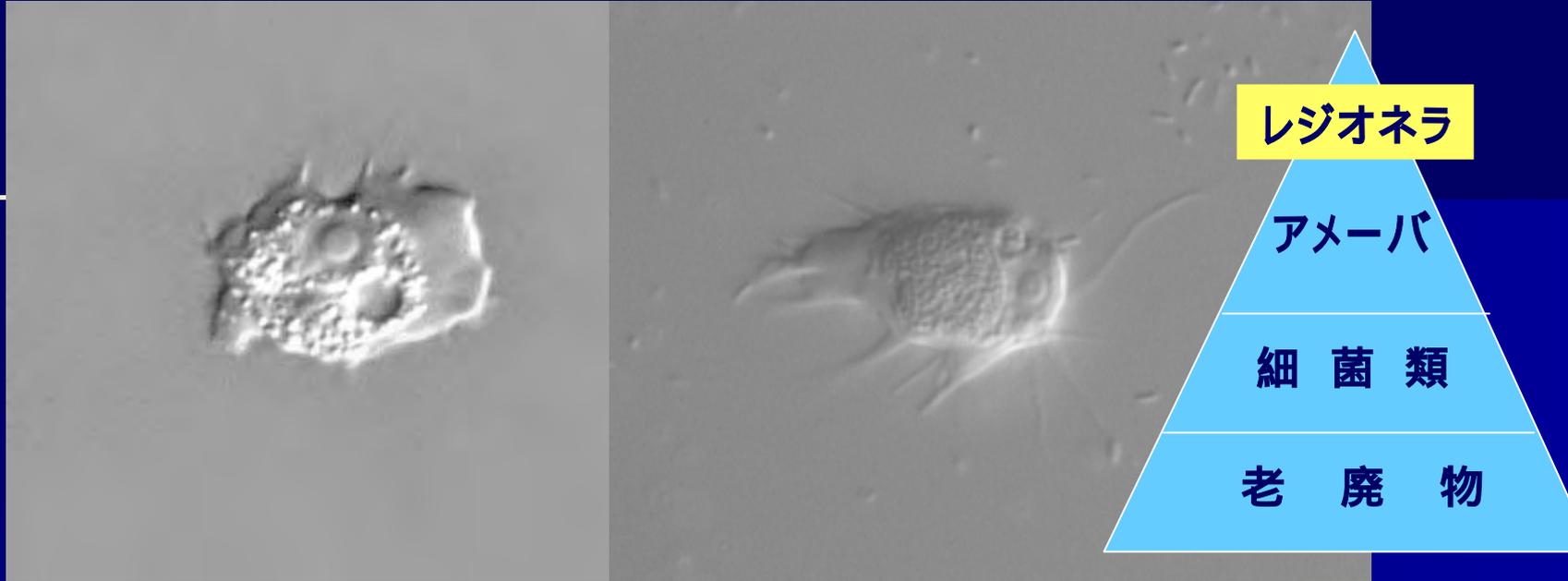
施設改修費

7,665,000円 (8.4%)

その他

水質検査費	970,000円
調査に伴う超過勤務手当て	256,588円

レジオネラ予防対策



浴槽の環境をセレンゲッティの平原に例えれば、入浴者の老廃物は緑の草原、草食動物は細菌類、アメーバはそれを食べるライオンに当たる。

レジオネラ属菌はアメーバの中で増殖する、いわば獅子身中の虫である。

レジオネラを含む細菌，アメーバに対しては塩素消毒が有効
塩素消毒をすれば大丈夫・・・なはず！

レジオネラは 巣を作る！

様々な消毒薬が効かない！

配管内に形成された**バイオフィルム**の顕微鏡観察像

貯め水の中のヌメリは**バイオフィルム**(生物膜)と呼ばれ、多様な微生物、それらの死骸、それらが放出する有機物および老廃物から形成される

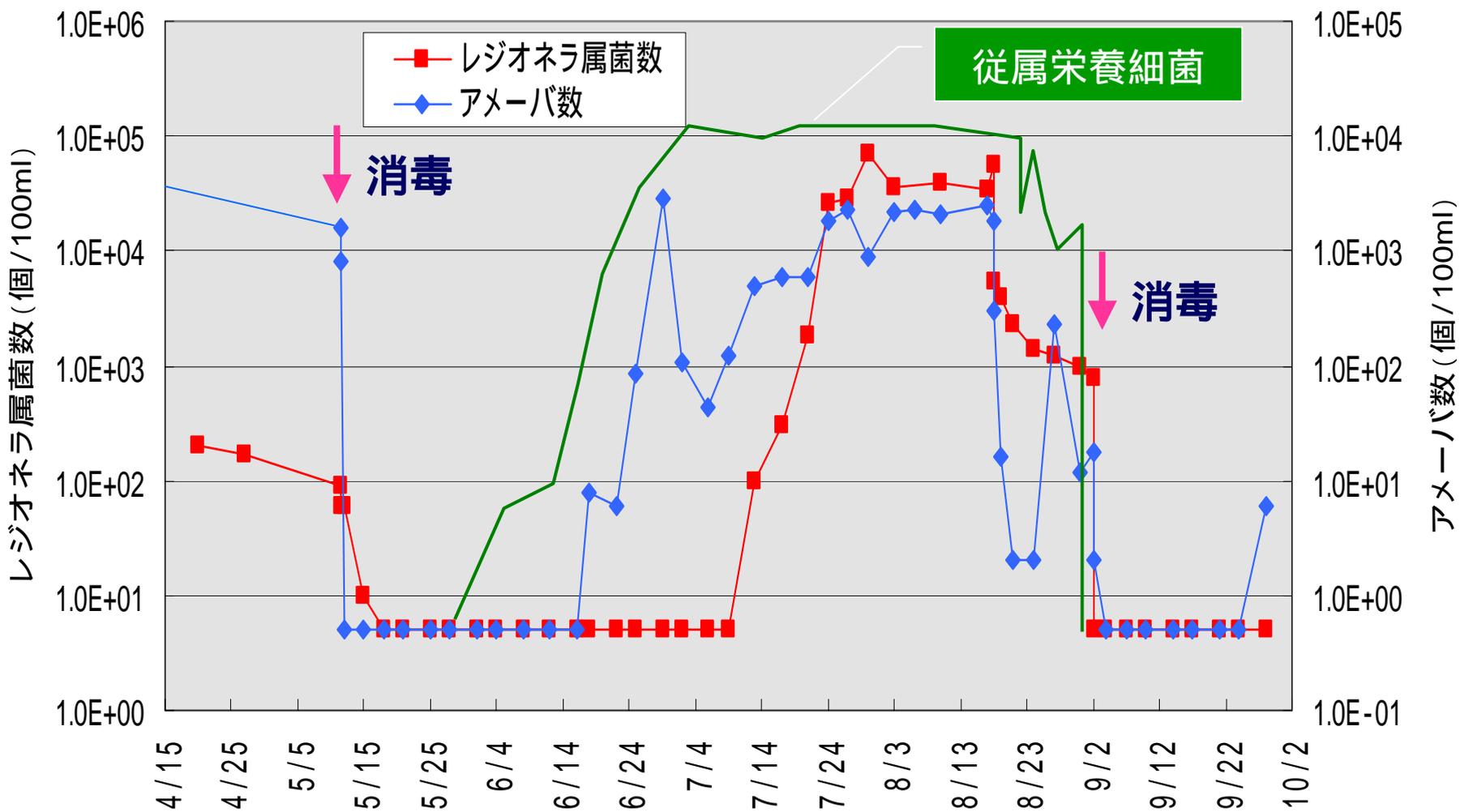
様々なバイオフィルム(ぬめり)

参考写真 SEM:

<http://www.plymouth.ac.uk/pages/view.asp?page=12491>

バイオフィルムの正体は・・・？

- よどみができるると細菌やアメーバの死骸や老廃物が堆積し、そこを基点として巣が広がる
- 細菌が放出するムコタンパクや多糖体など分解しにくい成分(消毒剤へのバリア)
- アメーバが増える巣(アメーバは壁に張り付いて分裂する、レジオネラにとっては第二のバリア)
- 塩素などほとんどの消毒剤の効果が低下し、通常の消毒濃度では効果無し
- 効果を期待するには高濃度が必要
- 物理的除去(ブラッシング)が最も効果的



No. 1冷却塔の微生物数の推移

塩素消毒に対するバイオフィルムの影響

- バイオフィルム外微生物は塩素により除菌される
- バイオフィルム内微生物はフィルム(細菌の出すムコイド等)によりガードされる
- 塩素効果の消失によりフィルム内微生物が再出現
(以上の繰り返し)

- 根本的な対策(バイオフィルムの除去)が必要
- 配管や貯湯タンクの洗浄・消毒(高濃度塩素など)

レジオネラ汚染源の迅速 検出に関する研究

平成15～17年度

長崎県衛生公害研究所 経常研究

研究の経緯

- 公衆入浴施設における死亡を伴った大規模感染事故の発生(平成12～14年)
- レジオネラ属菌に対する現行法(培養検査)は、結果が出るまで長い期間を要する
- より速く確実に汚染源をつきとめることのできる検査方法の確立が必要
- 原因究明の確定手段が未整備
- 日常的なレジオネラリスクの評価方法

研究の目的

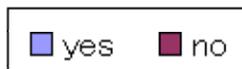
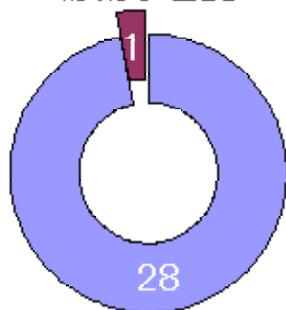
- 主に循環式浴槽の汚染実態を把握する
- DNA鑑定法の整備(日向の事故で応用)
- 日常管理に適応できる検査方法の検討
 - 遺伝子増幅反応やATP反応の応用
 - レジオネラリスク評価

主な実施項目

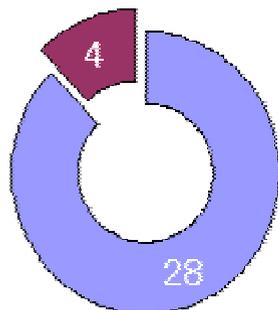
1. 循環浴槽水等の汚染実態調査
 - － 40施設を3回繰り返し調査
 - － レジオネラ属菌数, 一般細菌数, アメーバ数, 遊離残留塩素濃度
 - － 管理状況のアンケート調査
2. 分離した菌株の遺伝子解析
 - － 浴槽水由来の環境分離株

施設管理状況アンケート調査

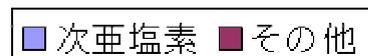
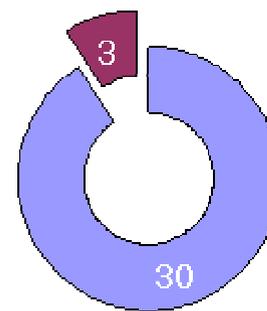
消毒時の濃度確認



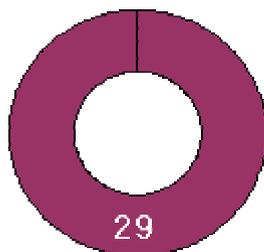
消毒方法



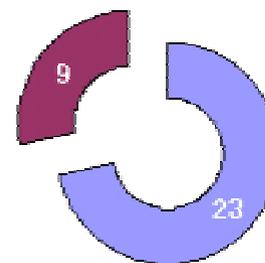
消毒剤



消毒剤濃度



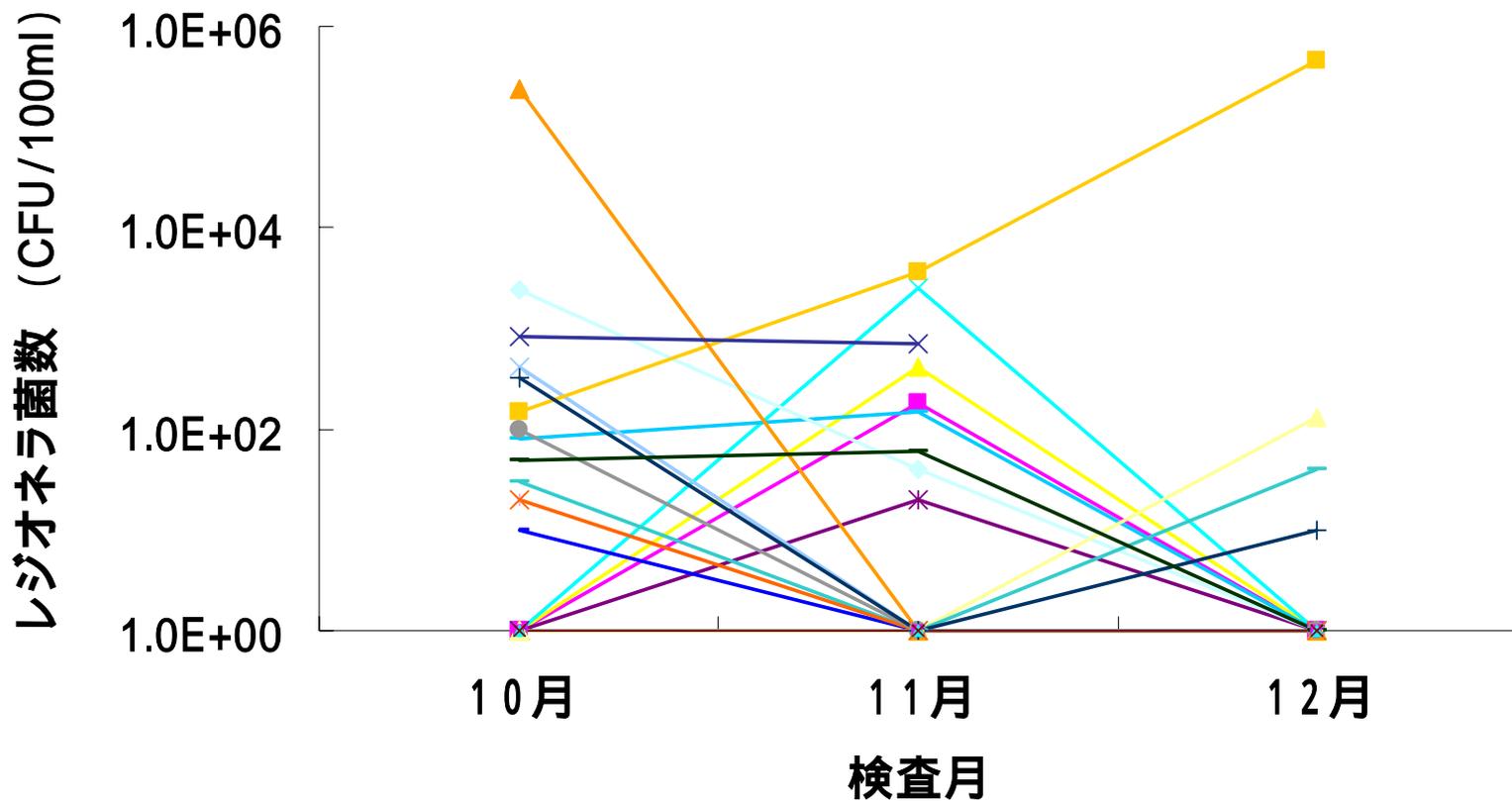
換水・消毒間隔



H15, 12月
有効回答数 32

汚染調査

	10月	11月	12月
レジオネラ	32.5%	27.5%	12.5%
アメーバ	7.5%	17.5%	5.0%

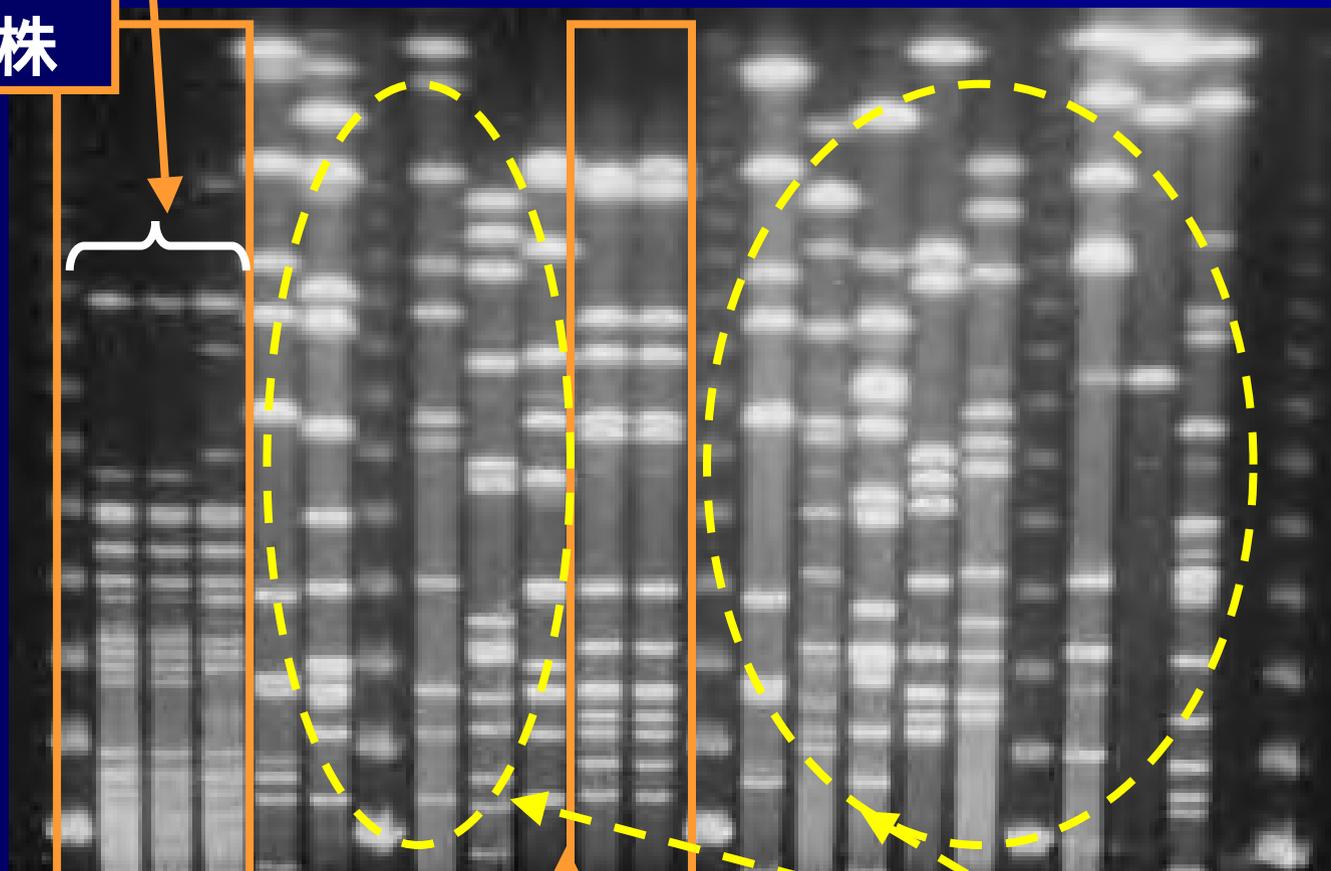


汚染調査まとめ

- 保健所の指導により、ほとんどの施設が翌月検出されなくなった(陰転した)
- 陰転した施設が再度陽転する傾向
- 塩素消毒が有効である
- 塩素管理の難しさ(残留性が低い)
- 営業者の意識(一度の陰性結果で安心?)

レジオネラのDNA鑑定

同じ施設
由来菌株



同じ施設由来菌株

別の施設

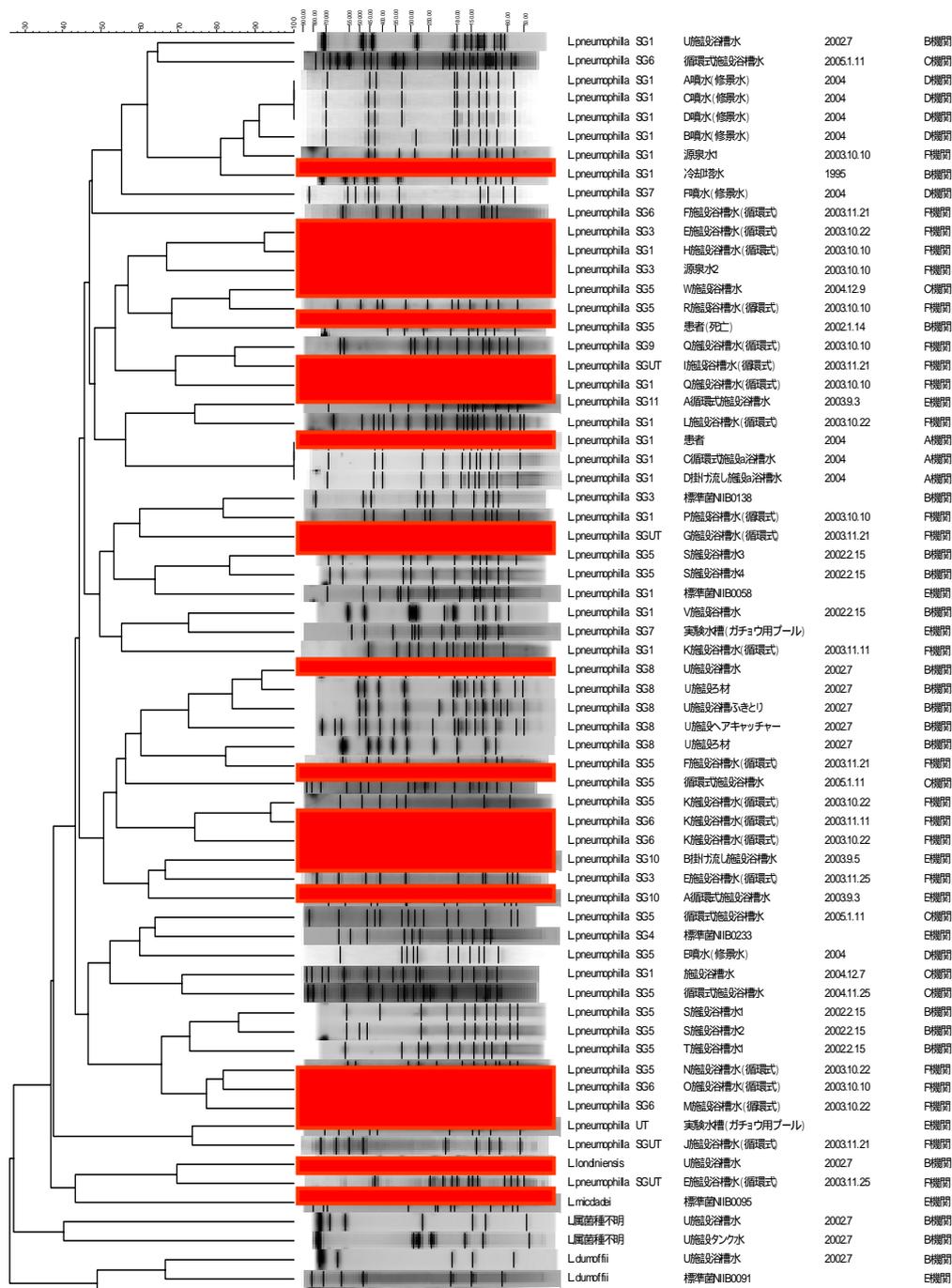
レジオネラのDNA鑑定

- レジオネラ属菌の遺伝子は同一由来でないとパターンが異なる特徴がある
- 患者由来株と施設由来株が同じかどうか照合して原因施設を特定することができる

レジオネラ感染源
の犯人捜し

九州各県から検出されたレジオネラ属菌の遺伝子パターン

食品由来感染症の細菌学的疫学指標のデータベース化に関する研究
 九州地区で検出されたレジオネラ属菌のデータベース化についての基礎的研究
 河野ら,
 平成16年度総括・分担研究報告書 pp.215



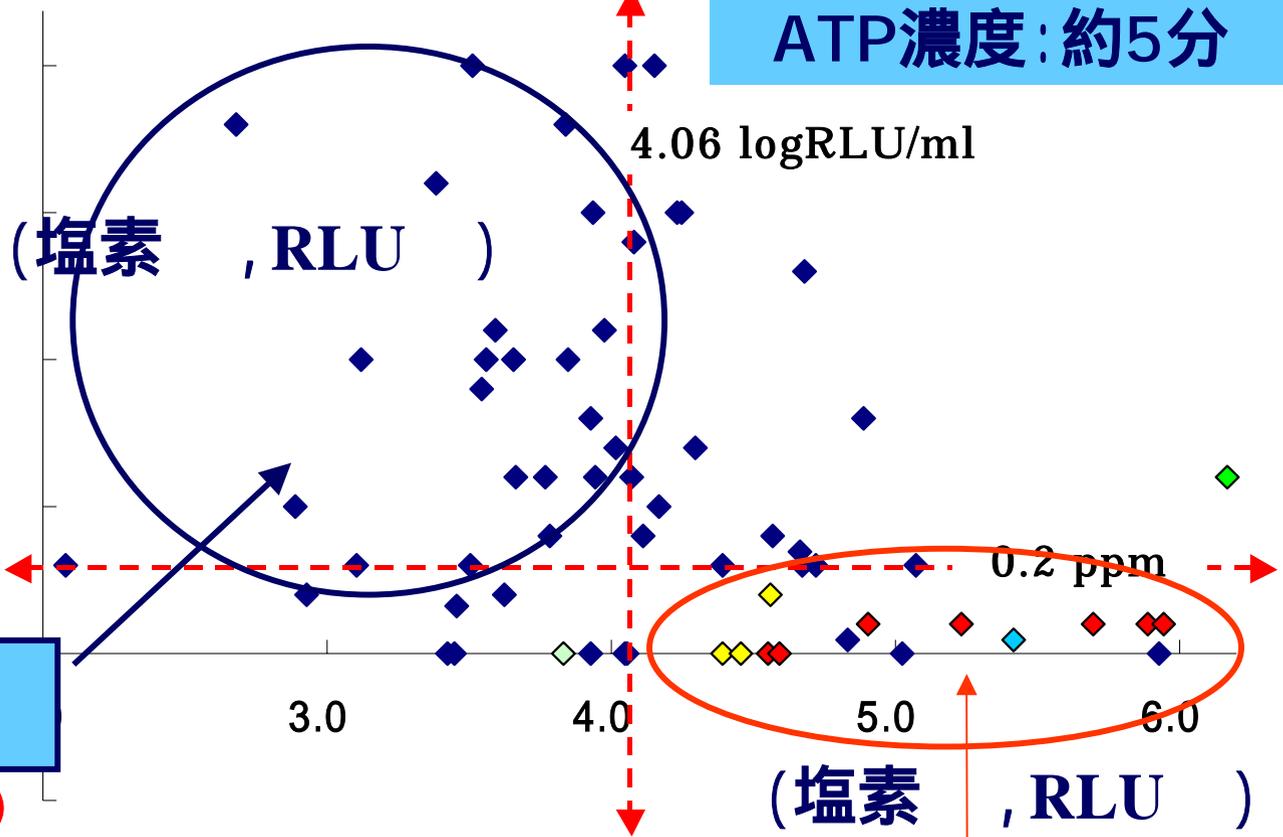
研究で明らかになったこと

- 塩素消毒・清掃を徹底すればレジオネラは防ぐことができる
- 管理意識の継続が重要
- 一部の施設で同じ遺伝子パターンの菌株が月や年度を超えて検出される
 - バイオフィルムの存在が示唆
 - 清掃の徹底が必要

- ◆ レジオネラ陽性, アメーバ陽性
- ◆ レジオネラ陽性
- ◆ アメーバ陽性

測定時間
 残留遊離塩素: 約5分
 ATP濃度: 約5分

殺菌効果の尺度



適正な管理

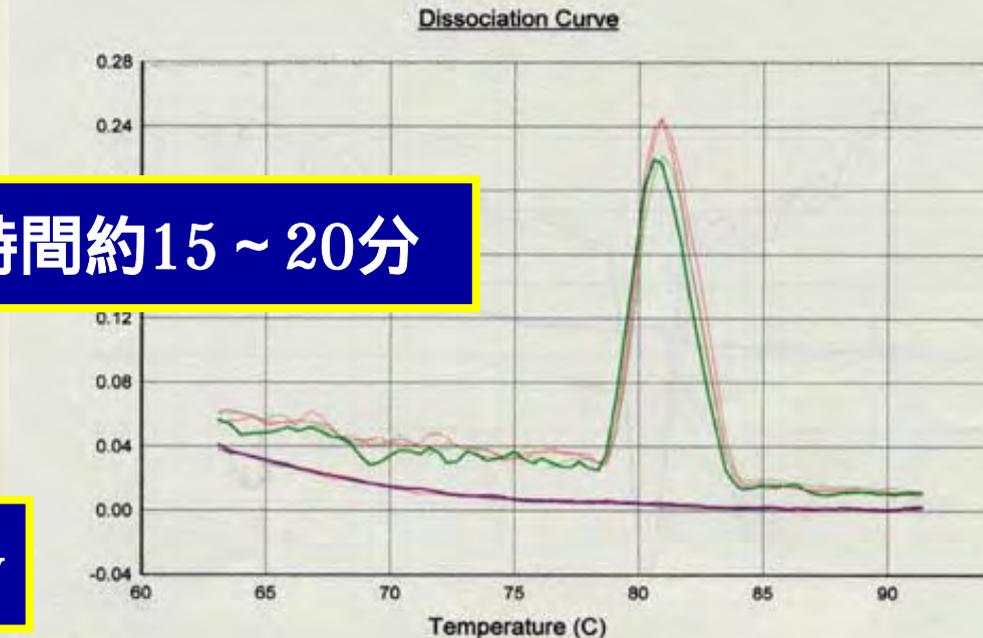
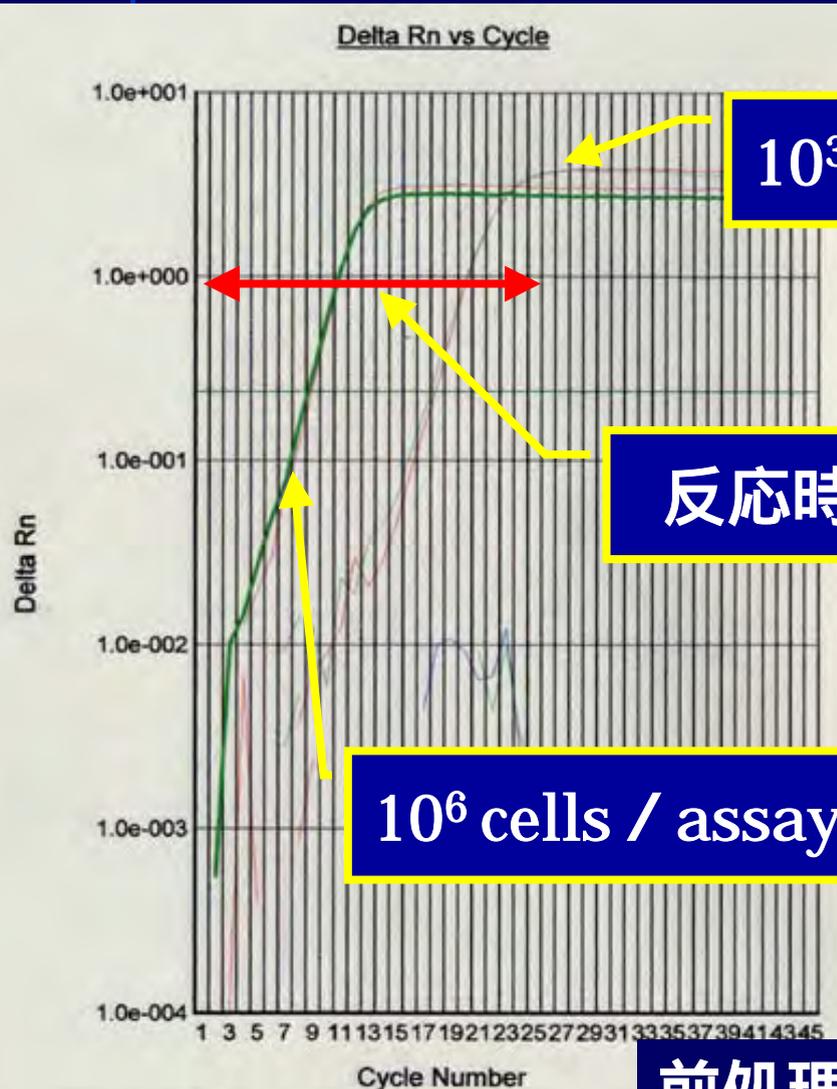
(0.5)

浴槽の汚れの尺度 [U/ml]

改善が必要

ATP法を利用した浴槽水のレジオネラリスク評価

レジオネラ遺伝子の迅速検出法



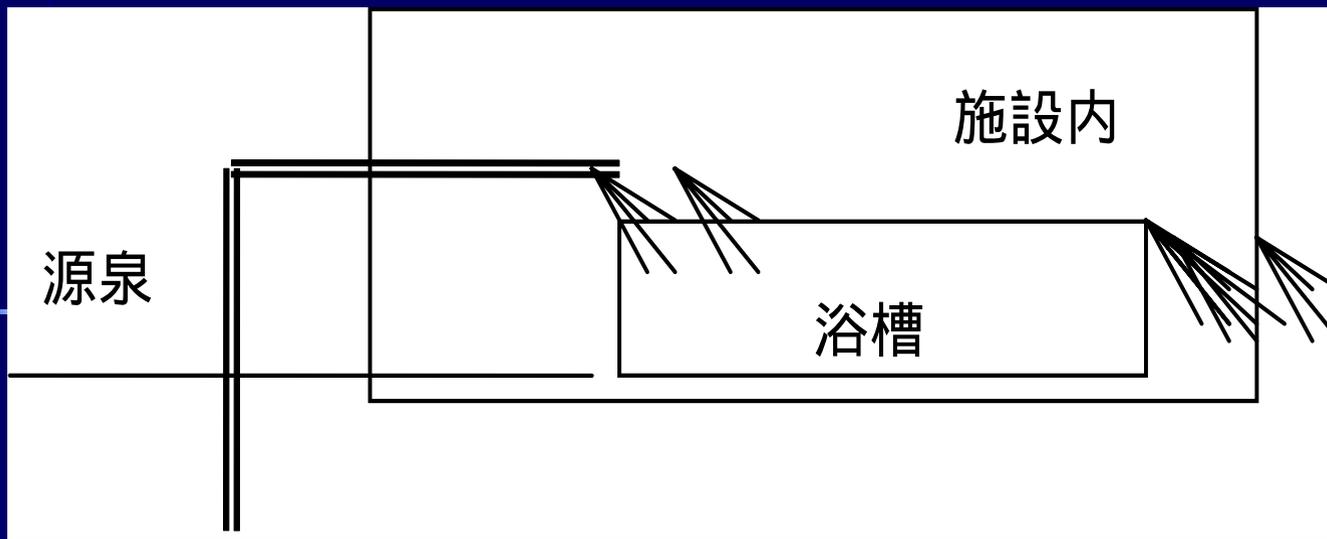
前処理をあわせるとおおよそ3時間で判定

掛け流し式温泉の 病原微生物汚染調査

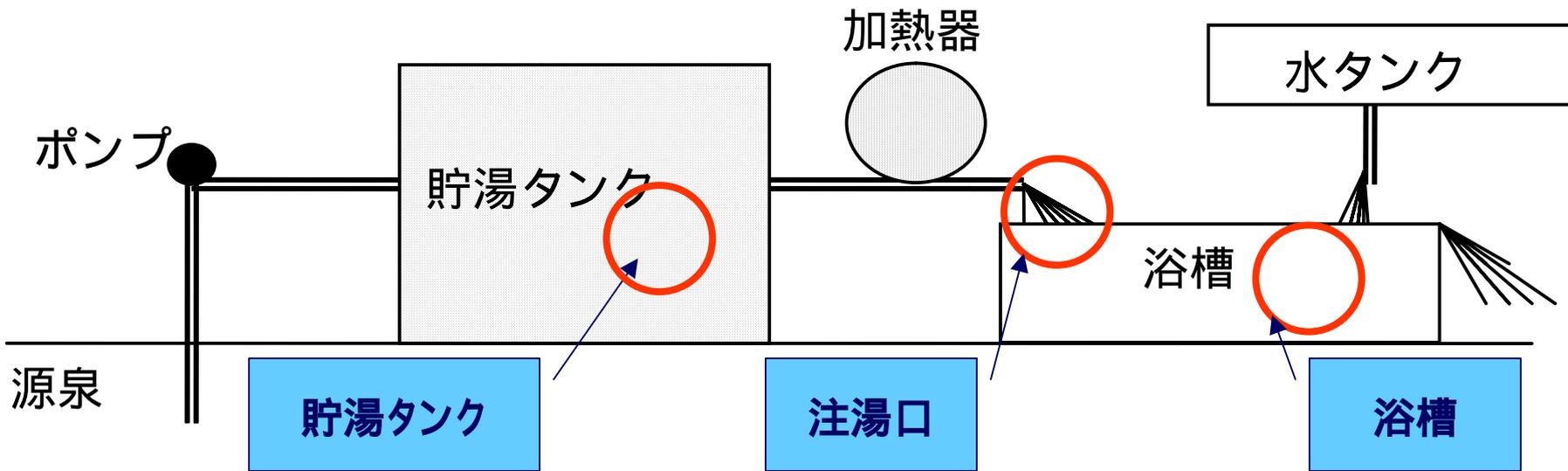
平成17～18年度 厚生労働科学研究

県別調査施設数および浴槽数

県	施設数	浴槽数(露天)
A	25	26
B	11	13 (4)
C	9	9 (1)
D	7	11 (5)
E	10	13 (1)
F	5	5 (1)
G	9	9 (3)
H	5	6 (1)
I	4	10 (8)
J	6	6 (1)
K	4	4
L	7	12
M	5	15
13	107	139 (25)



A 「掛け流し式温泉」という言葉から、一般に想起される浴場施設のイメージ



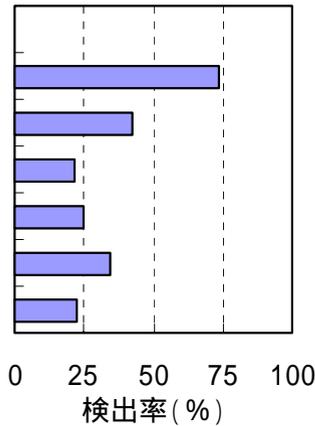
B 今回の調査で明らかとなった「掛け流し式温泉」を標榜する施設での実際の給湯系のイメージ(貯湯タンク、井戸水タンクがある場合)

泉質の影響 (貯湯タンク、注湯口、浴槽水)

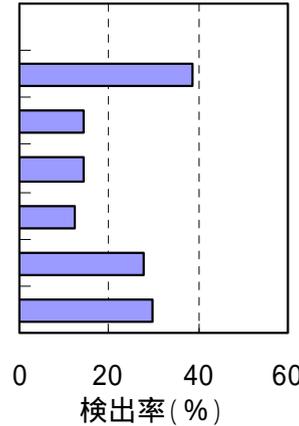
(N=15)
(N=19)
(N=73)
(N=14)
(N=16)
(N=52)
(N=27)

酸性/弱酸性泉
塩化物/炭酸水素塩泉
塩化物泉
炭酸水素塩泉
硫酸塩泉
単純温泉
硫黄泉

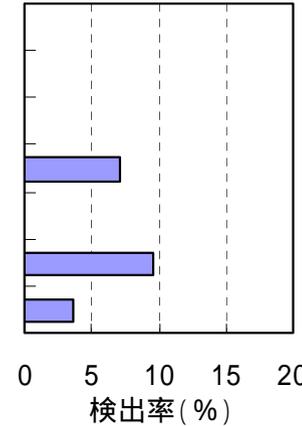
レジオネラ属菌



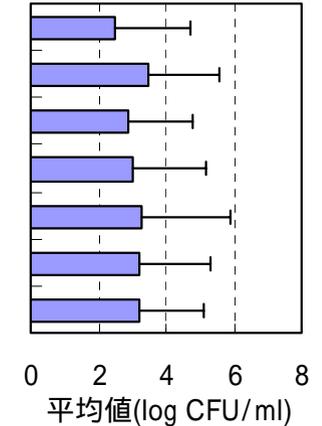
アメーバ



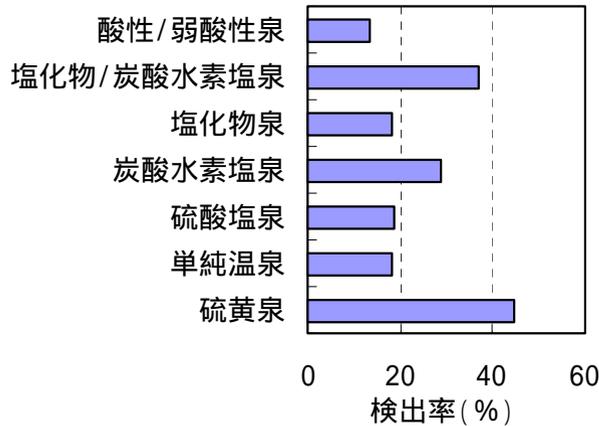
抗酸菌



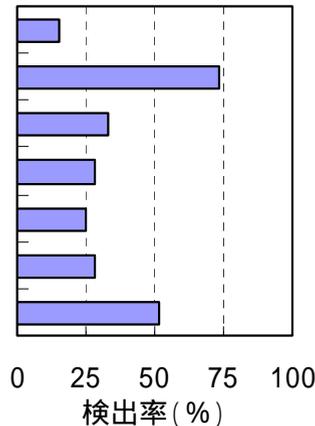
従属栄養細菌



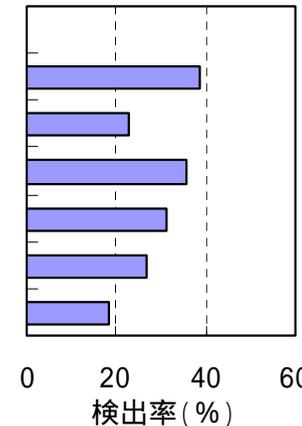
大腸菌



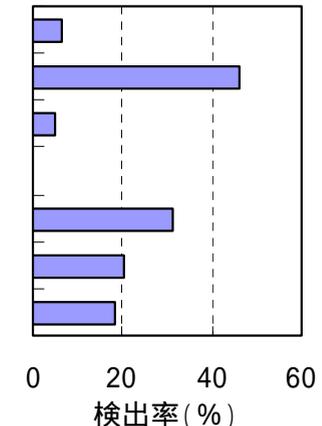
大腸菌群



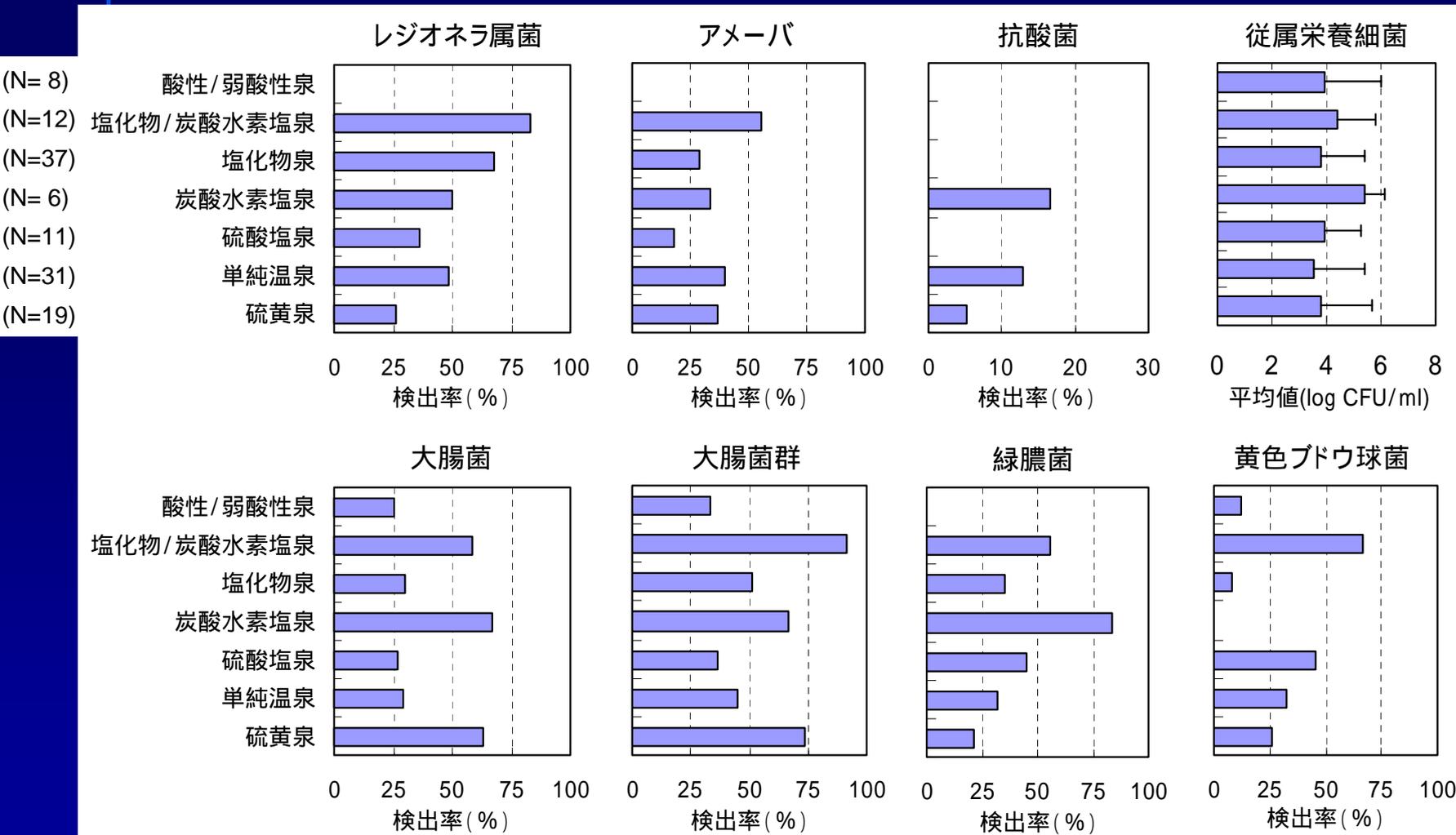
緑膿菌



黄色ブドウ球菌

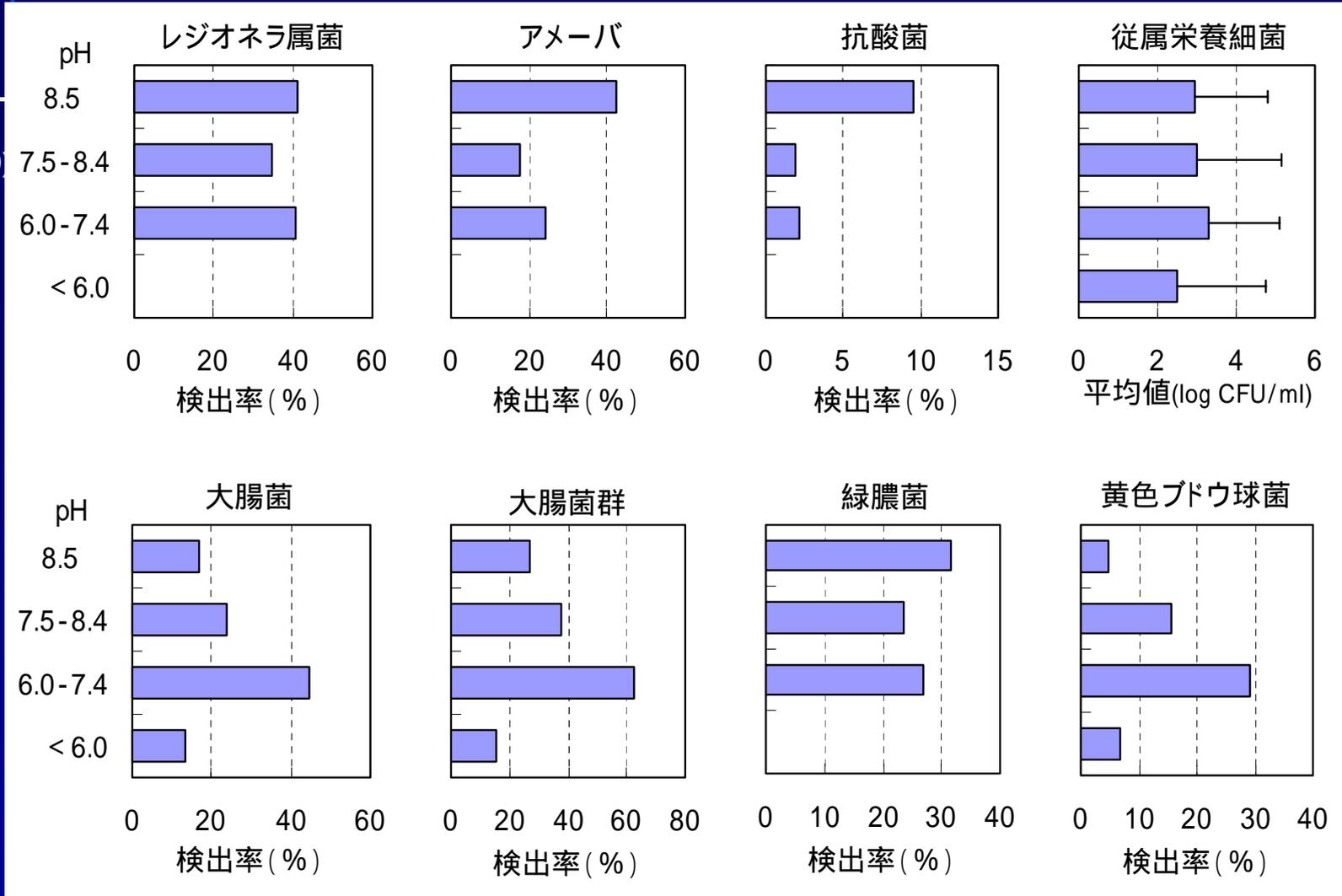


泉質の影響 (浴槽水)



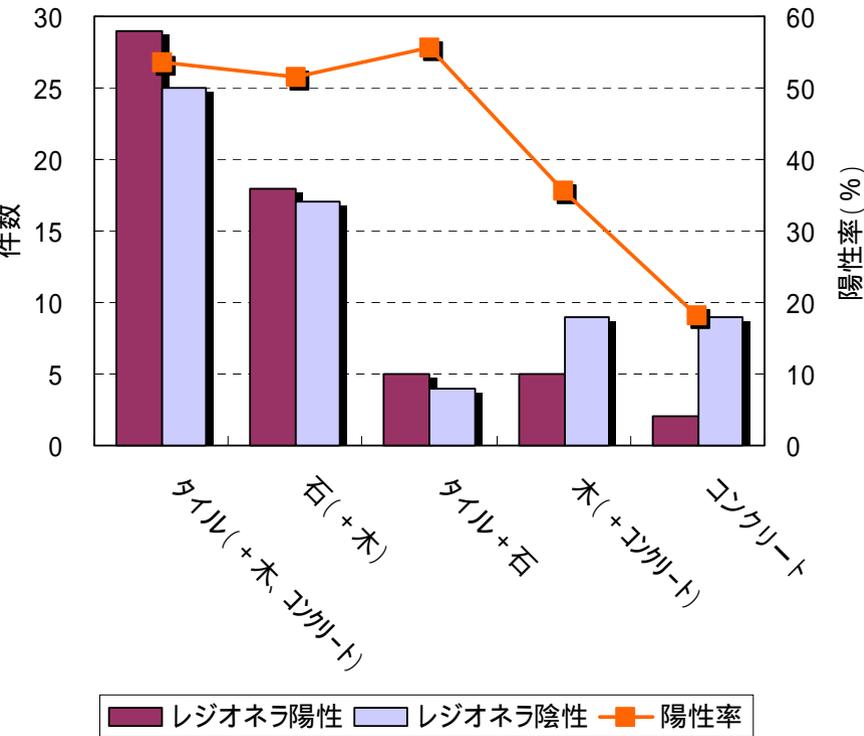
pHの影響

(N=44)
(N=109)
(N=49)
(N=15)

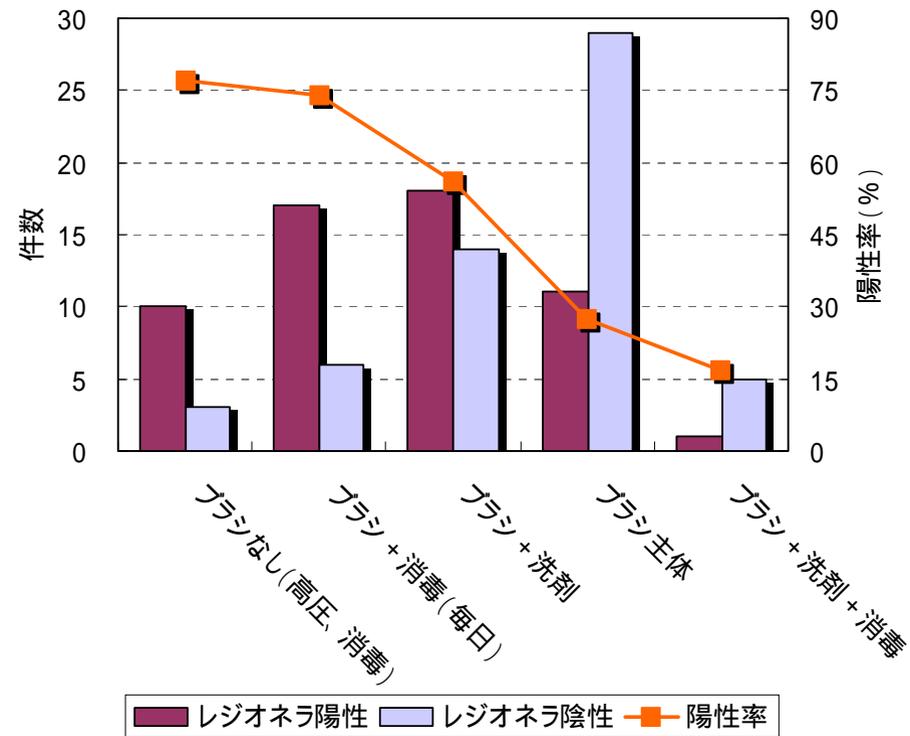


浴槽の材質、洗浄方法の影響

浴槽の材質とレジオネラ検出率
N=123

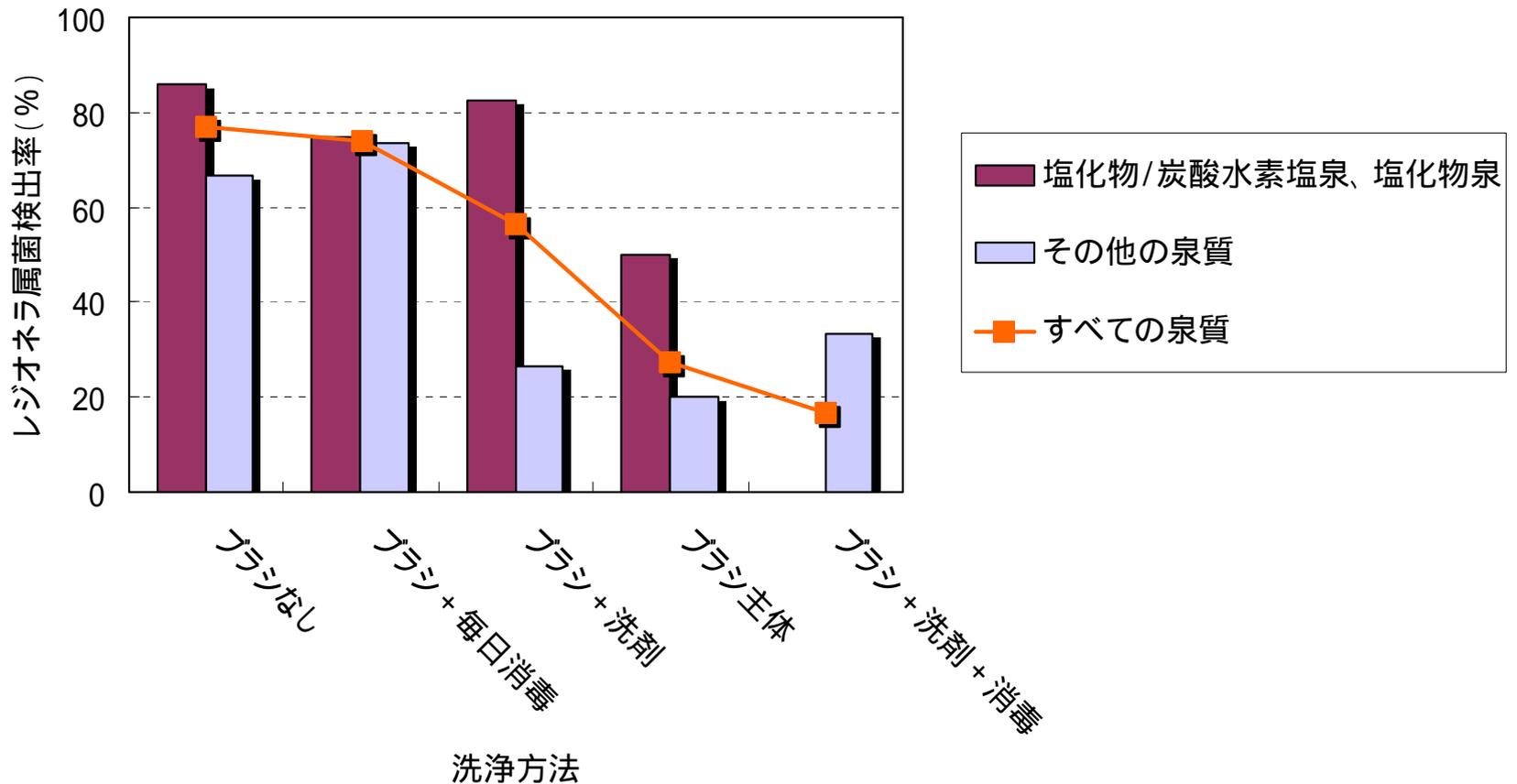


浴槽の洗浄方法とレジオネラ検出率
N=114

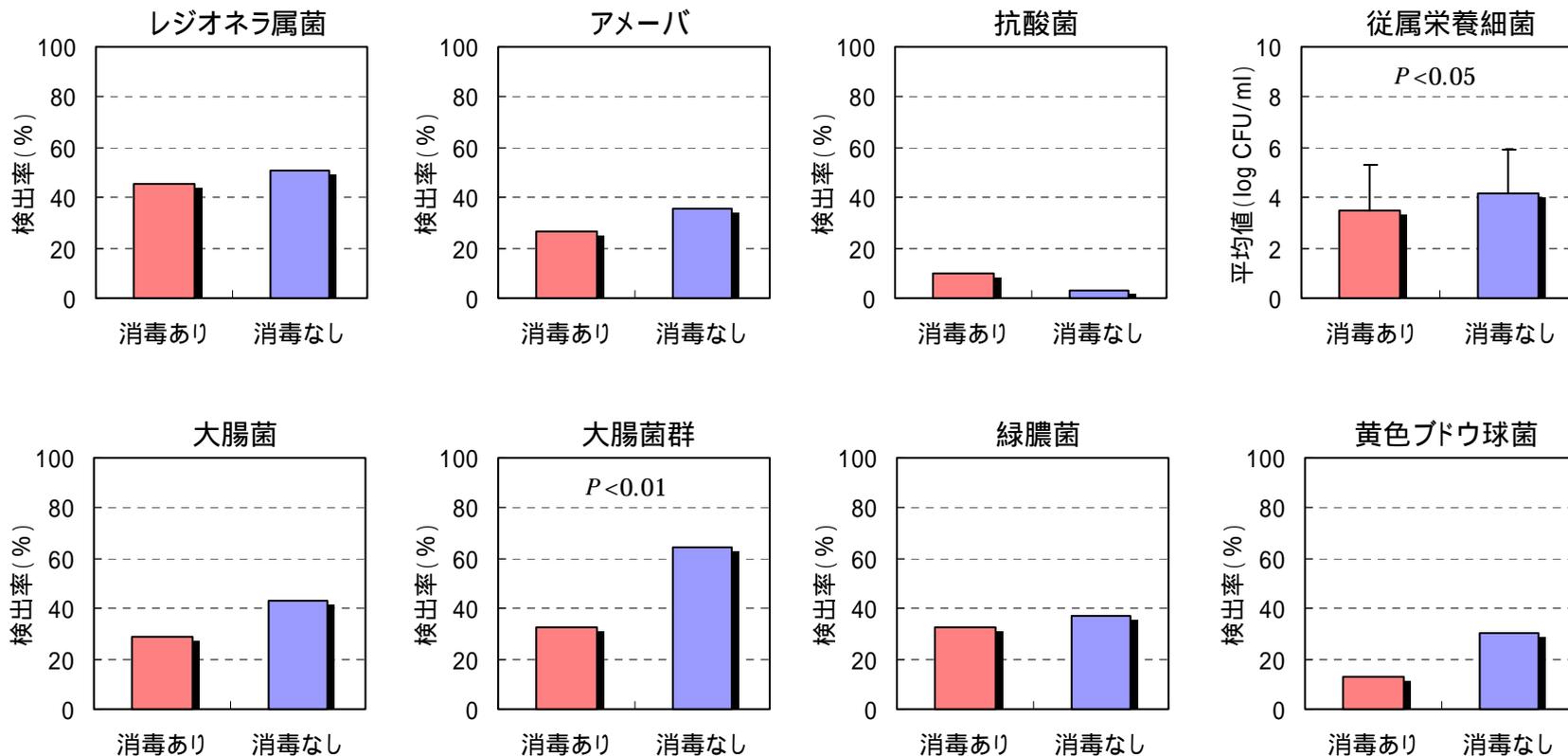


洗浄方法に与える泉質の影響

浴槽の洗浄方法とレジオネラ検出率
N=114

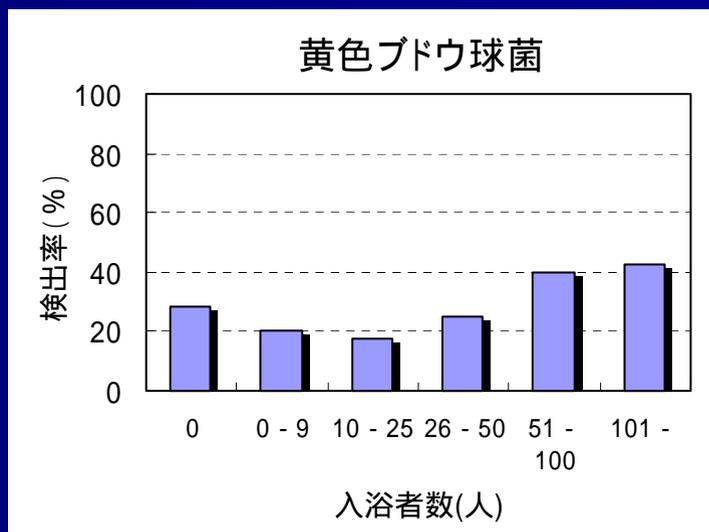
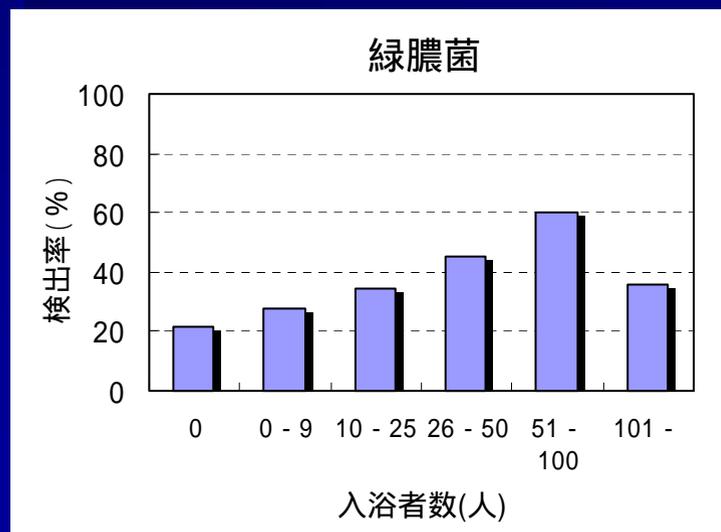
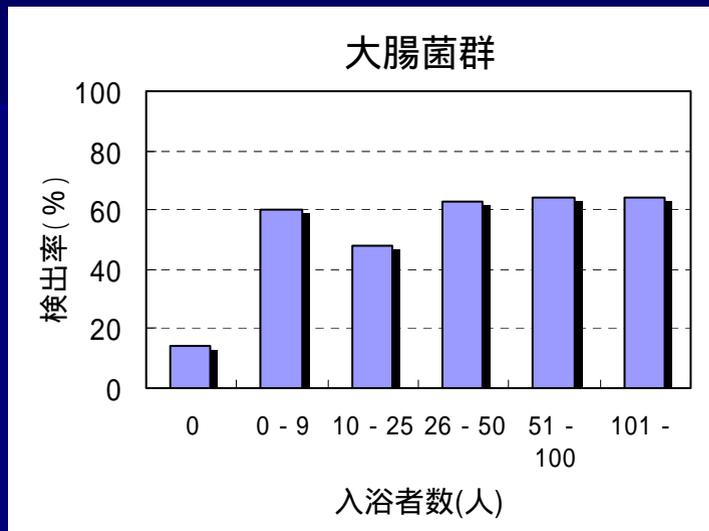
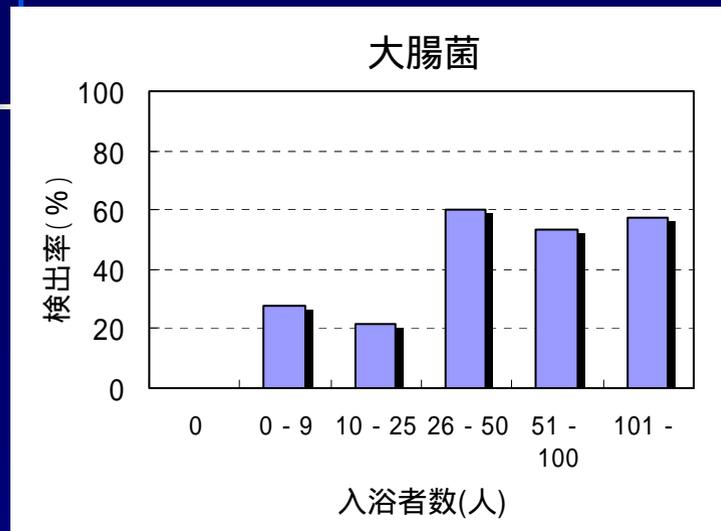


消毒の効果 (浴槽水)

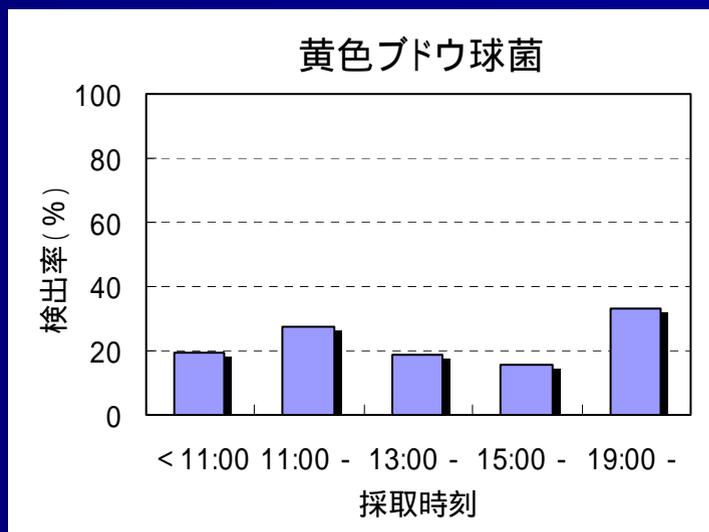
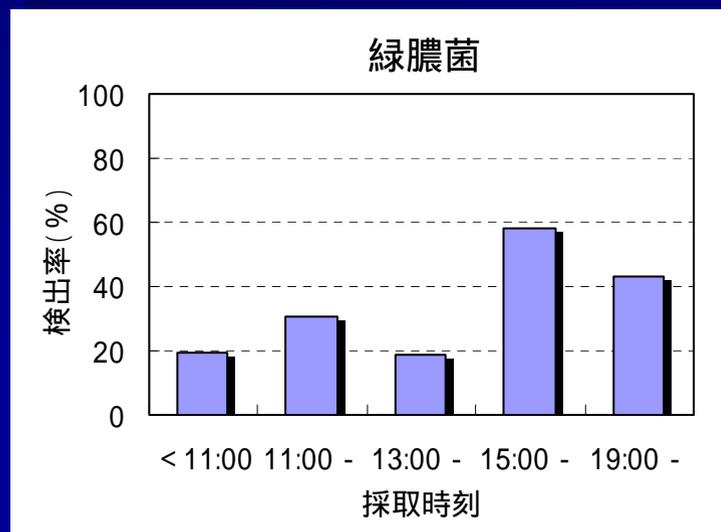
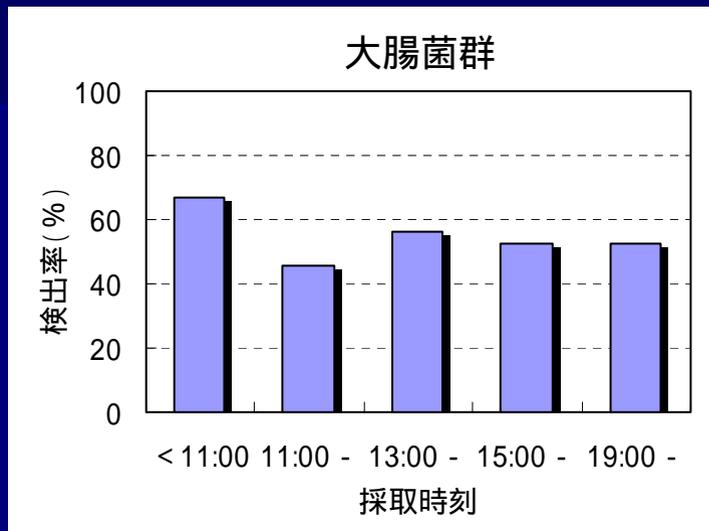
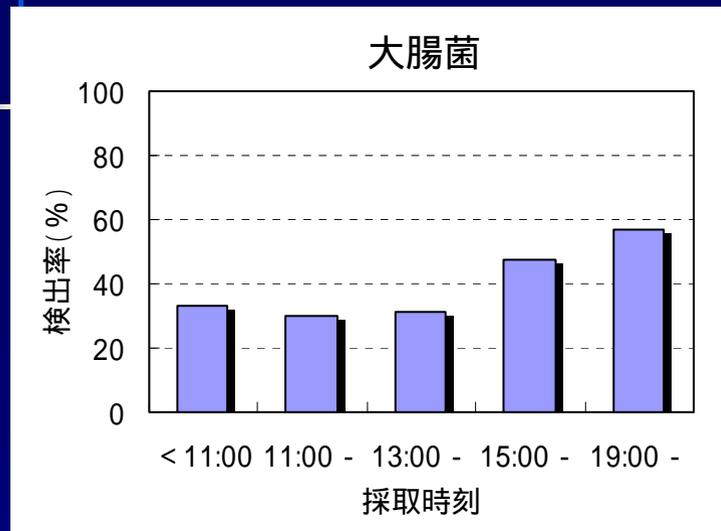


消毒あり 31件、 消毒なし 98件

入浴者数の影響



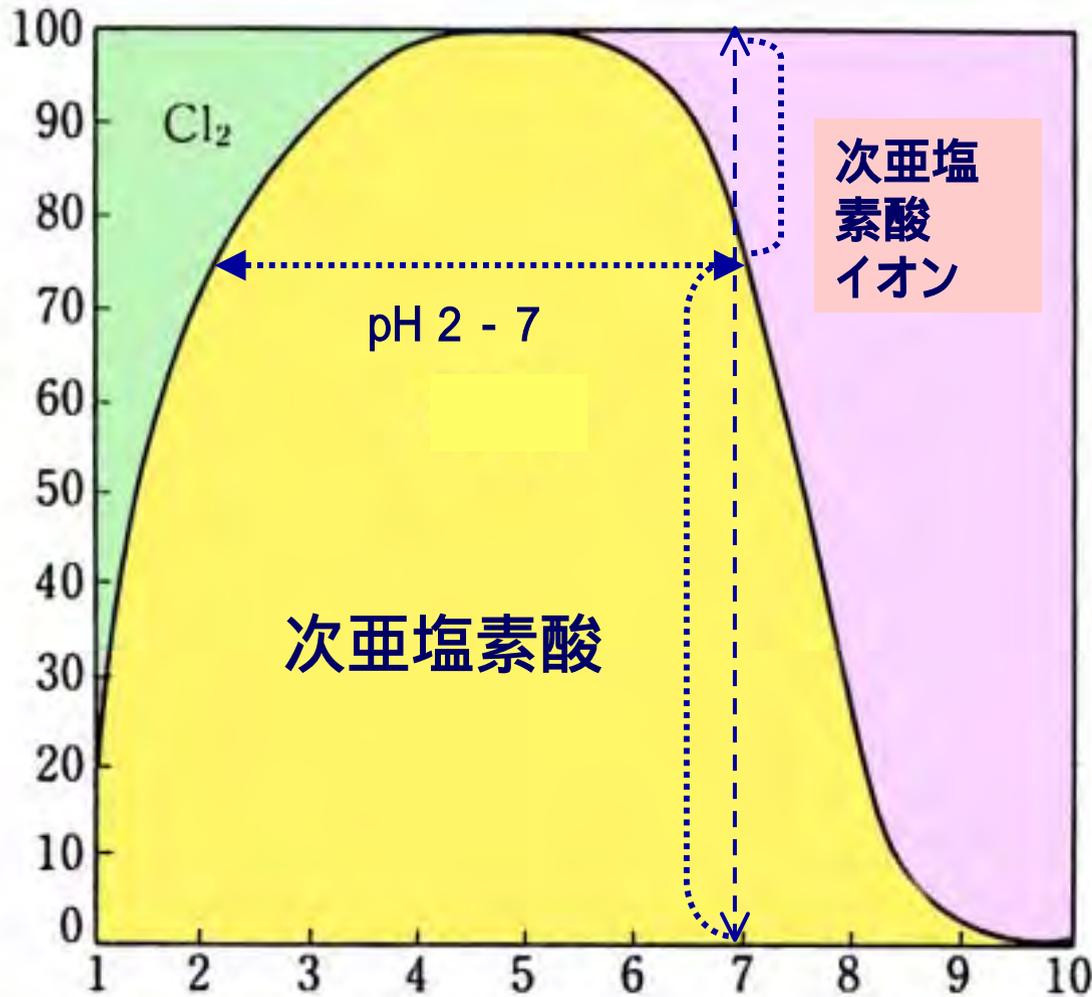
採取時刻の影響



掛け流し式温泉実態調査まとめ

- 貯湯タンク、水タンク、加熱器など、レジオネラ汚染の温床となりうるポイントがある
- 貯湯タンクなどと浴槽では(汚染率は後者が高い)異なる管理法を確立する必要性
- 酸性泉以外の泉質は全て汚染の可能性有
- 温泉のpH(6.0-9.0)はレジオネラやアメーバにとって好適な条件である
- ブラッシングの効果高い
- 塩素消毒法を改善する必要性

塩素消毒



遊離塩素濃度は次亜塩素酸と次亜塩素酸イオンの総和。

次亜塩素酸イオンに傾いてしまえば、消毒力は数十分の一に低下する。

pHの高い水では塩素消毒は無効。

まとめ

- 浴槽水(温泉水)はレジオネラ属菌が定着、増殖しやすい環境である(実際に高率に検出される)
- レジオネラ属菌陰性であること、または陰性を保つことは非常に難しい管理技術と知識を要する
- 管理の徹底によりレジオネラ属菌の増殖防止することが営業者の義務である(可能である)
- メーカー任せは、必ずしも良い結果とならない
- 正確な知識を持ち、各浴槽の状況に合わせた管理を確立することが大切

レジオネラ症集団感染被害者に1億1千万円の補償費 日向市

宮崎県日向市の山本孫春市長は、第三セクター日向サンパーク温泉(社長・山本市長)で発生したレジオネラ症集団感染の被害者への補償費用として、一般会計予算に1億1000万円を増額補正する専決処分をした。30日に開会予定の9月定例市議会で報告する。

当座の補償金が1億円、事務費として1000万円。補償額は、茨城県石岡市の市営福祉施設の集団感染(死者3人)の例を参考。

日向市では死者が7人に上るなど被害者の数が大きく上回っており、補償交渉の進展に応じて増額する方針。

市は被害者との補償交渉中。19日現在の対象者は1都2府12県の計1223人で、うち814人と示談が成立している。

(毎日新聞) [9月22日0時22分更新]



おわりに

