

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月 31日現在

機関番号：12103

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22500842

研究課題名（和文）全盲学生にフォトグラフィーを応用した触図教材による微生物学教育に関する研究

研究課題名（英文）Study on Microbiology Education with the Aid of Tactile Graphics for Visually Impaired Students

研究代表者

一幡 良利（ICHIMAN YOSHITOSHI）

筑波技術大学・保健科学部・教授

研究者番号：70090115

研究成果の概要（和文）：全盲学生の微生物学教育は、触図教材を用いた微生物の発育集落やグラム染色形態を理解することで一段と進歩した。更に、フォトグラフィーを応用した触図では、走査型電子顕微鏡像によりコアグラゼ陰性ブドウ球菌の形態を理解できた。消毒薬に対する常在細菌の形態変化は、透過型電子顕微鏡によりその内部構造の変化を判別できた。全盲学生の微生物学教育は、将来医療従事者としての感染予防を実践する上で重要であることが証明された。

研究成果の概要（英文）：Visually impaired students have been able to study microbiology remarkably well with the aid of tactile graphics that provide an understanding of microbial morphology and gram staining. Furthermore, the students could use scanning electron microscope for a study of coagulase-negative staphylococci by using tactile graphics. A transmission electron microscope was used to create these tactile graphics, and the effects of disinfectants on bacterial morphology were evaluated. The use of tactile graphics is important for microbiology education for visually impaired students who aspire to become medical professionals.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
2013年度	0	0	0
2014年度	0	0	0
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・科学教育

キーワード：科学高等教育

1. 研究開始当初の背景

（1）筑波技術大学保健科学部に保健学科（鍼灸学専攻と理学療法学専攻）があり、カリキュラムの中に微生物学の講義と実習が組まれている。将来医療従事者としての感染

予防教育は万全でなければならない。学生時代にしっかりと系統立って習得する必要がある。微生物の培地上に発育したコロニー形態は点図グラフィックシステムでリアルタイムに理解できるようになってきた。国内で

は視覚障害者のメディアである「点字ジャーナル」や「鍼灸の世界」に連載し、全盲の鍼灸師・あん摩マッサージ指圧師の教育にも貢献している。一方海外でも International Journal of Aromatherapy 誌に報告しマッサージ師への感染予防学を解説している。微生物の形態だけでなく院内感染の重要性を指導し、学生も微生物学を体系づけて理解するようになってきている。これらの研究成果を踏まえ、全盲学生が染色法による形態の違いを生物顕微鏡レベルで把握した後、電子顕微鏡レベルでの形態の変化を把握する。そのために、フォトグラフィーを応用した触図を作成し、理解させるものである。

(2) これまでの研究から、手洗い、手指消毒の必要性を実際の手洗い前後の常在微生物の変動数から消毒効果を判定できるようになっている。手洗いの方法と重要性を全盲学生が理解したことは、将来医療従事者として感染予防法を実践できるようになり有意義であった。これらの結果、学生は細菌の顕微鏡による形態観察に、より興味を持ってきている。そこで本研究では生物顕微鏡と電子顕微鏡レベルでの微生物の形態を観察し、フォトグラフィーによる触図での教材を作成する。触察法は微生物学の理解度を高めるもので、本技法を導入したい。

2. 研究の目的

(1) 全盲学生にフォトグラフィーを応用した触図教材で、微生物の集落、形態を観察させる。更に、グラム染色による形態を生物顕微鏡で観察させる。

(2) 全盲学生の手のひらから分離されたコアグラゼ陰性ブドウ球菌の形態を走査型顕微鏡で観察させる。画像処理は最適な濃淡像を作成し、立体用カプセルペーパーに複写し、得られた触図教材で観察させる。

(3) 黄色ブドウ球菌と大腸菌の超薄切片像を透過型電子顕微鏡で観察し、消毒薬による細胞の内部構造の変化を触図教材で理解させる。更に、黄色ブドウ球菌は細胞壁の外側の構造である莢膜像を触図教材で観察させる。電子顕微鏡レベルでの形態観察により、視覚障害学生の微生物学教育を医学・看護・臨床検査レベルまで近づける。

3. 研究の方法

(1) 全盲学生が自分の手のひらから、常在細菌をとり、発育形態の異なる菌種を検索する。このとき点図グラフィック教材と触図による集落観察を行う。各々異なった集落をグラム染色し、標本作製する。生物顕微鏡下でグラム染色した形態を顕微鏡デジタルカメ

ラにおさめる。画像はパソコン上で黑白反転技法により、瞬時に触図にする。このとき点図グラフィック教材にも配信する。点図グラフィック教材は集落の観察には良かったが、細菌の染色後の形態にはディスプレイが小さく判別が困難である故に、触図での改良法を用いることにした。

(2) パームスタンプチェックブドウ球菌培地を用いて、全盲学生の手のひらから、コアグラゼ陰性ブドウ球菌を分離する。分離した菌株は走査型電子顕微鏡(3Dリアルサービビュー)で観察する。

(3) 黄色ブドウ球菌と大腸菌の超薄切片を作成し、透過型電子顕微鏡レベルで観察し、各種消毒薬による細胞壁の断裂や細胞質の形状変化を、触図を作成して理解させる。

また、黄色ブドウ球菌の莢膜像を観察させる。得られた電子顕微鏡像はフォトグラフィーを応用して、パソコンへ入力し、濃淡画質調整により、細胞質、細胞壁、莢膜の変化を、触察により理解できるよう緻密な触図を作成する。

4. 研究成果

(1) 手型用培地に発育した特徴ある集落を示した菌株をグラム染色した。発育集落の形態は写真撮影後、フォトグラフィーを応用した触図を作成した。発育集落の個数による生菌数の測定と発育集落の大きさ、形状、辺縁の構造は、リアルタイムで作成した触図教材により、その相異を識別できた。発育集落の相異により、コアグラゼ陰性ブドウ球菌、ミクロコッカス、枯草菌、カビ類の鑑別ができるようになった。また黄色ブドウ球菌のグラム染色標本は顕微鏡の1視野での画像の触察では理解しがたいために、特徴的な形態を示した個所の拡大触図により、ブドウ状の形状変化が把握できるようになった(図 1a、1b)。

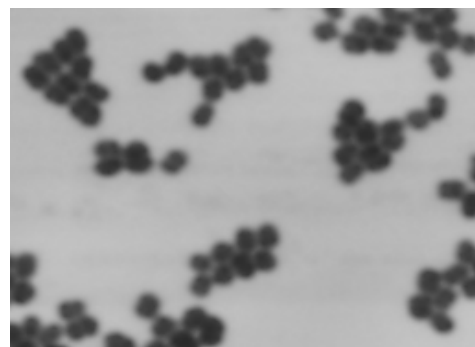


図 1a 黄色ブドウ球菌のグラム染色像

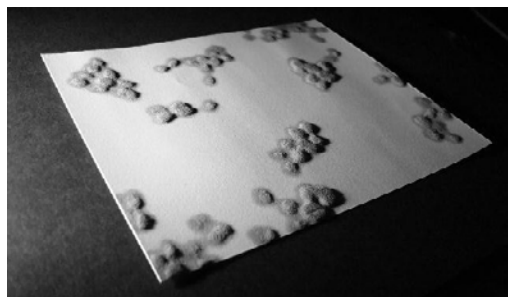


図 1b 黄色ブドウ球菌のグラム染色像の触図

(2) 全盲学生の手のひらから分離された常在細菌のコアグラウゼ陰性ブドウ球菌の形態を3Dリアルサーフェスビュー走査型電子顕微鏡で観察した(図2a)。電子顕微鏡像の画像処理はパソコンへ取り込んだ後に、花子フォトタッチにより行った。得られた画像をグレー色へ変換し、最適な濃淡画像に調整し、立体用カプセルペーパーに複写し、動作温度を加えて作成した(図2b)。コアグラウゼ陰性ブドウ球菌のブドウ状の形態は膨張し、触覚で感知できるように隆起した。正円形、辺縁スムーズな光沢あるブドウ状の形態を示した個所については拡大触図も作成した。電子顕微鏡レベルでの触図による図形データについては、触図を常時使用している学生は容易に鑑別できたが、触図使用経験が少ない学生は集落が何であるかが判別困難な場合もあった。これらの学生は、微生物のもつ特徴を説明することにより、形態の意義を理解するようになった。分離菌の莢膜血清型は最も普遍的なII型で、メチシリン感受性の常在菌であった。自分の保有する菌株の血清型特徴や、薬剤感受性との関連まで特徴づけて指導することができた。

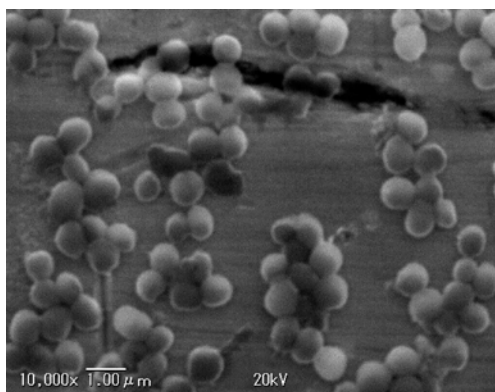


図 2a コアグラウゼ陰性ブドウ球菌の電子顕微鏡像



図 2b コアグラウゼ陰性ブドウ球菌の電子顕微鏡像の触図

(3) フォトグラフィーを応用した触図により、全盲学生への微生物学教育は一段と進歩した。そこで更に、黄色ブドウ球菌と大腸菌の超薄切片像を電子顕微鏡レベルで観察し、各種消毒薬による形態や内部構造の変化を触図教材で理解させた。消毒用エチルアルコール処置後の黄色ブドウ球菌では未処置に比較して、細胞壁の損傷と膨潤がみられた。ヒビスコール処置後では細胞壁の外側に内容物の流出が顕著にみられた(図3a)。大腸菌では消毒用エチルアルコール処置後細胞壁の損傷と細胞質の変性が顕著にみられた。ヒビスコール処置後では細部壁の伸長により、細胞壁の外側に内容物の流出と細胞破壊像が観察された(図4a)。これらの肉眼的所見をもとにフォトグラフィーを用いた触図教材を作成したところ、消毒薬処置後の変化を触察で容易に判別できた(図3a、4b)。超薄切片像での消毒薬処置後の細菌細胞内微細構造とその形態の変化を触察で認識できることは、消毒薬の作用機序を知る上においても有効な手段であった。

また、微生物感染症の中で敗血症などの病原性因子に関与する一つの構造である莢膜は、細胞表層にあることが知られている。その中で黄色ブドウ球菌莢膜像はフェリチン抗体法で観察(図5a)されることは周知の事実である。この莢膜像を触察技法で可能にした(図5b)。細胞壁の外側の細胞表層に局在する莢膜像を認識することは微生物学教育の中で、重要な抗食菌作用をイメージできる。特に構造と機能に関する病原性と非病原性の特徴を説明する上において、これらの触図は有効な技法であった。

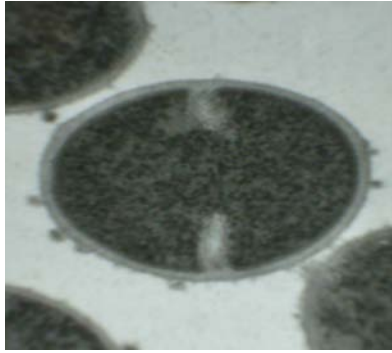


図 3a 黄色ブドウ球菌の消毒薬処置後の透過型電子顕微鏡像



図 3b 黄色ブドウ球菌の消毒薬処置後の透過型電子顕微鏡像の触図

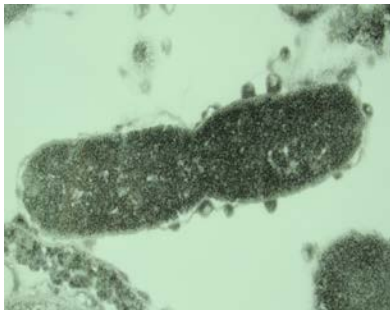


図 4a 大腸菌の消毒薬処置後の透過型電子顕微鏡像



図 4b 大腸菌の消毒薬処置後の透過型電子顕微鏡像の触図

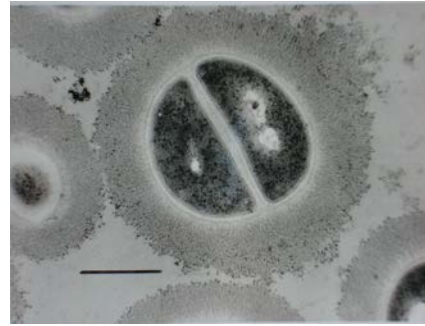


図 5a 黄色ブドウ球菌莢膜の透過型電子顕微鏡像



図 5b 黄色ブドウ球菌莢膜の透過型電子顕微鏡像の触図

(4) フォトグラフィーを応用した触図により、微生物の集落形態から、グラム染色像、走査型電子顕微鏡での形態、超薄切片像での透過型電子顕微鏡での観察までを触察技法で習得させた。微生物の形態を電子顕微鏡レベルまで関連づけることにより、視覚障害学生の微生物の認識が一段と高まり、資質の向上につながる事が判明した。感染に係わる微生物について、晴眼者と同等レベルで理解したことは本研究の多大なる成果である。医療系の視覚障害学生に系統立てて微生物学教育を推進させることは、将来、医療従事者として感染予防対策を実践する上で、万全でなければならないことが証明された。今まではこの分野での視覚障害者への教育は進んでいないとはいえなかった。これからは医療現場で起こりうる院内感染対策にも十分に対応でき、取り残されず、医療分野にも積極的に提言できるようになる。また、教員として学生や生徒指導にあたる時にも、確信を持って微生物学を教えることができる。

これらの成果報告は視覚障害関連雑誌にも公表し、視覚特別支援学校や鍼灸師界にも配信されている。また、海外での報告でも、触図を用いた技法は本研究が唯一で高い評価を得ている。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 12 件)

- ① ICHIMAN Yoshitoshi, Microbiology Education for Visually Impaired Students, NTUT Education of Disabilities, 査読無, Vol.11, 2013, 23-31
- ② 一幡良利、渡部良平、池宗佐知子、消毒薬の細菌に対する形態変化の触図教材、筑波技術大学テクノレポート、査読無、20 巻、2012、37-40
- ③ 一幡良利、生活に身近な微生物の話(5)、鍼灸の世界、査読無、115 号、2012、23-34
- ④ 一幡良利、生活に身近な微生物の話(4)、鍼灸の世界、査読無、114 号、2012、23-32
- ⑤ 一幡良利、生活に身近な微生物の話(2)、鍼灸の世界、査読無、112 号、2012、23-34
- ⑥ 一幡良利、後藤啓光、谷貴幸、荒木勉、電子顕微鏡による細菌形態の触図教材、筑波技術大学テクノレポート、査読無、19 巻、2012、22-25
- ⑦ 一幡良利、新しいワクチン開発に向けて、鍼灸の世界、査読無、110 号、2011、30-43
- ⑧ 一幡良利、水痘・带状疱疹と免疫システム、鍼灸の世界、査読無、109 号、2011、28-39
- ⑨ 一幡良利、谷津忠志、フォトグラフィーを応用した触図教材による細菌形態の識別、筑波技術大学テクノレポート、査読無、18 巻、2011、52-55
- ⑩ 一幡良利、ポリオワクチンについて、鍼灸の世界、査読無、108 号、2010、20-32
- ⑪ 一幡良利、鍼灸師のためのよくわかる免疫シリーズ(35)、鍼灸の世界、査読無、105 号、2010、13-26
- ⑫ 一幡良利、感染症研究の最前線—感染症今昔—、点字ジャーナル、査読無、41 巻、2010、21-23

[学会発表] (計 4 件)

- ① ICHIMAN Yoshitoshi, The Role of Bacterial Flora, 2012 Japan-Korea Academic Workshop by Students with Hearing/ Visually Impairment, 2012 年 9 月 11 日, Nazarene University (Korea)
- ② ICHIMAN Yoshitoshi, Topics of Infectious Diseases, 2011 Japan-Korea Academic Workshop by Students with Hearing/ Visually Impairment, 2011 年

8 月 29 日, Nazarene University (Korea)

- ③ 一幡良利、フォトグラフィーを応用した視覚障害学生のための微生物学教育、第 60 回全日本鍼灸学会、2011 年 8 月 1 日、つくば国際会議場
- ④ ICHIMAN Yoshitoshi, The Historical Development of Infectious Disease, 2010 Japan-Korea Academic Workshop by Students with Hearing/ Visually Impairment, 2010 年 8 月 30 日, Nazarene University (Korea)

[図書] (計 3 件)

- ① 高橋昌巳、一幡良利、桜雲会出版、疾病の成り立ちと予防 I (衛生・公衆衛生学)、2013、411 (277-357)
- ② 高橋昌巳、一幡良利、桜雲会出版、疾病の成り立ちと予防のため実習書 (衛生・公衆衛生・微生物・免疫)、2010、166 (49-140)
- ③ 高橋昌巳、一幡良利、桜雲会出版、コメディカルのための微生物と感染予防、2010、206 (31-81)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

一幡 良利 (ICHIMAN YOSHITOSHI)

筑波技術大学・保健科学部・教授

研究者番号：70090115