

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 9 日現在

機関番号：16201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23500804

研究課題名(和文) 思春期・成人百日咳など学校感染症予防教育のための e-learning 教材の開発

研究課題名(英文) Development of e-learning materials for prevention of infectious disease in school like adolescent-adult pertussis

研究代表者

鎌野 寛 (Kamano, Hiroshi)

香川大学・保健管理センター・教授

研究者番号：60284337

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：最近、百日咳などの小児感染症が成人に集団感染を引き起こし問題になっている。学生に対する感染症の予防の健康教育は重要であり、我々は感染症の予防教育に取り組んできた。本研究では感染症拡大の定量的分析を参考にシミュレーションを行った。そして、成人百日咳についての基礎的内容を理解しやすいように動画化し学習効果の高い e-learning 教材の開発を目指した。細菌の構造 疫学 飛沫感染予防 診断 治療 予防接種 シミュレーション等を教材内容として設定し教材を用いて授業を行った。講義の終了後、教材内容についてのアンケート調査を行った。内容に対して理解を示した学生の割合は約85-97%であった。

研究成果の概要(英文)：Outbreak of pediatric infectious diseases, such as pertussis, in adults has become a matter of public concern. Health education for students to prevent outbreak of infectious diseases is important. Therefore, we have investigated preventive education of infectious diseases. In this study, we made an animation of basic data related to adult pertussis that students could easily understand, and made a simulation model in reference to quantitative analysis of pertussis outbreak. We prepared as e-learning materials following, structure and toxin of *Bordetella pertussis*, international epidemiological data of pertussis, prevention of droplet infection of pertussis, diagnosis of adult pertussis, treatment of pertussis, vaccination of pertussis, simulation model of pertussis. We performed a lecture with this material, and had a questionnaire about the material. About 85-97% students answered that they understood about contents of the materials.

研究分野：感染予防教育

キーワード：学校感染症

1. 研究開始当初の背景

百日咳とは百日咳菌(*Bordetella pertussis*)により惹起され、学校保健安全法に規定される第二種感染症であり、学生にとっては、出席停止などの措置により学生生活に多大な影響を及ぼす疾患である。

感染者1人が未感染者にうつす人数を基本再生産数 R_0 と呼ぶ。百日咳は $R_0=12\sim 18$ であり¹⁾、百日咳の感染力は非常に強く、我々の健康や社会活動に重大な被害を及ぼすため、予防のための健康教育が重要である。

わが国の百日咳罹患率は WHO(世界保健機構)の目標値を達成し、世界でも最も罹患率の低い国の一つであると考えられていた。ところが、全国の約 3,000 の定点医療機関(厚生労働省が定めた医療機関)を受診した百日咳患者数は 2006 年 1,504 件であったのが、2008 年 6,753 件と 2 年間で約 4 倍と急増した²⁾。

患者の年齢分布では 2000 年には 15 歳以上は僅か 2.5%であったが、2010 年において 15 歳以上の百日咳が 56.6%と半数以上を占めていた²⁾。

そして、2007 年から 2008 年には各地の大学において百日咳集団感染が頻発し³⁾、予防教育のための教材作りは重要な社会的意義を持つと考えられ、われわれは百日咳予防のための e-learning 教材の製作に取り組んだ。

2. 研究の目的

最近、百日咳など小児感染症⁴⁾が、学生等思春期・成人に集団感染^{5,6)}を引き起こし社会問題になっている。学生に対する百日咳等の集団感染予防⁷⁾のための健康教育は重要課題であり、応募者は現在まで、百日咳の予防教育についての研究に取り組んできた。

本研究においては、実際に発生した大学における百日咳集団感染事例の定量的分析を参考にコンピュータシミュレーションを行い、そこから導かれたデータを用いて、現実

に即した学校感染症予防のための e-learning 教材を開発することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) シミュレーション

実際の感染症を参考に数理学的モデルである SEIR モデル^{8,9)}を用いたシミュレーションモデルを作成した。学習者が総人口 N 、初期感染者数 $I(0)$ 、基本再生産数 R_0 、回復率 γ を変化させることが可能なようにした。

(2) e-learning 教材における動画

百日咳菌の微生物学的な構造や毒素⁴⁾ 百日咳の国際的疫学データ²⁾ 感染経路である飛沫感染の防止⁴⁾ 成人百日咳の診断⁵⁾ 百日咳の治療⁶⁾、百日咳の予防接種⁷⁾ 感染性非保持者を含んだシミュレーションモデルについて解説した。

4. 研究成果

(1) シミュレーション

総人口を N とした。日付 t における百日咳に感染する可能性のある人数を $S(t)$ (感受性者数) とした。日付 t における百日咳に感染し、かつ、未だ他の人に感染させない人数を $E(t)$ (感染性非保持者数) とした。そして、他の人に感染させる可能性のある人数を $I(t)$ (感染性保持者数) とした。日付 t における百日咳に感染後、自宅待機により感受性者から隔離、あるいは、治癒しており以後は感染しない人数を $R(t)$ とした(治癒者数)。

$S(t) + E(t) + I(t) + R(t) = N$ であり総人口の増減はない。このシミュレータにおいては $100 \leq N \leq 10,000$ とし、このパラメータ N を一定値に定めることが出来るようにした(図 1)。

また、初期感染者数 $I(0)$ も $1 \leq I(0) \leq 100$ の範囲で設定できるようにした。

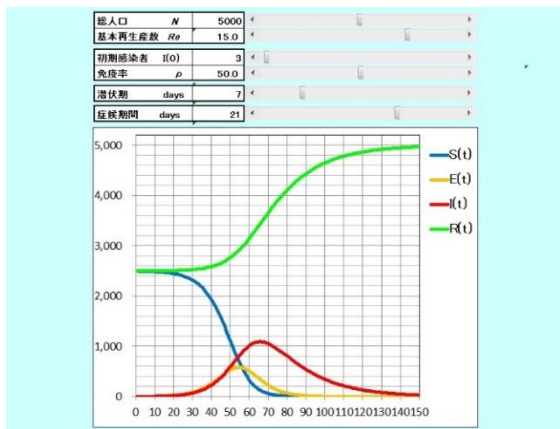


図1 シミュレーション

(2) 基本再生産数，免疫率，治癒率，感染確率

基本再生産数 R_0 は一名の感染性保持者が感受性者の集団に入っていた場合，平均何人に直接感染させるかという数値である。百日咳では $12 \leq R_0 \leq 18$ ¹⁾とされており，この範囲で R_0 値を設定できるようにした。

そして総人口における百日咳ワクチンによる免疫率を ρ とすると集団の総人口の内 ρ が免疫を持つとすると $R_0 \times \rho$ の人が感染を免れる。従って実際に感染する人数は $(1 - \rho) R_0$ となる⁸⁾。この免疫率も設定できるようにした。

治癒率 γ は1日当たりのたりの隔離，あるいは治癒する確率とした(図8)。 γ は感染性を持ってから治癒または隔離するまでの平均日数の逆数と考え， $0 < \gamma < 0.5$ の範囲で設定できるようにした。1日当たりの感染確率を β (感染率) とすると

$$\beta = (1 - \rho) \frac{\gamma R_0}{N}$$

となる⁸⁾。この計算結果をもとに，感染率を表示可能にした。

(3) e-learning 教材における動画

百日咳の原因菌である百日咳菌 (*Bordetella Pertussis*) を図式化した。

百日咳菌の人に対する感染・発病などの影響を及ぼす原因となると考えられる菌体成分，すなわち，百日咳毒素(PT: pertussis toxin)，繊維状赤血球凝集素(FHA)，凝集原(Agg)，パータクチン(pertactin: PRN，: 69kDa 外膜タンパク質)を中心に解説した(図2)⁴⁾。

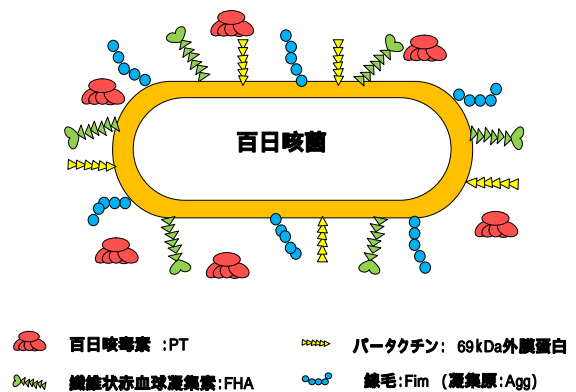


図2 百日咳菌の構造

百日咳菌が気道上皮細胞の纖毛に付着する様子⁴⁾を動画化して，学習者が理解しやすいようにした(図3)。

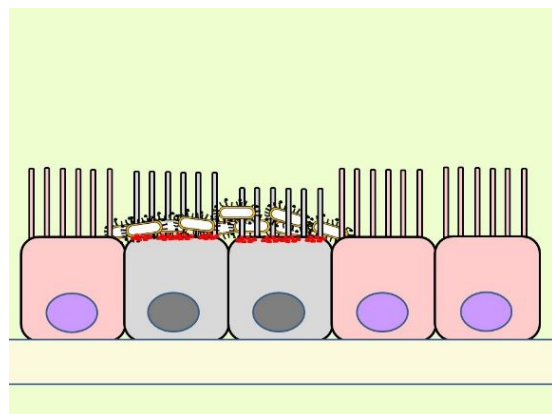


図3 百日咳の感染のメカニズム

そして，百日咳の診断の手法は図表による解説を動画化した。また，百日咳の臨床症状から，臨床的百日咳を診断する手順を順番に表示した⁵⁾。

百日咳の発症から4週間以内と4週間以上の場合に分けた検査法を動画化して解説した。そして、百日咳の血清診断の一つである抗PT抗体の値が10 IU/mlと100 IU/mlの二つを閾値として、血清学的診断を行う手順を示した⁵⁾。

その他、百日咳の国際的疫学データ、感染経路である飛沫感染の防止、百日咳の治療、百日咳の予防接種、感染性非保持者を含んだシミュレーションモデルも動画化した。

(4) アンケート調査

そして、教材を作成し、この教材を用いて授業を行った。授業の終了後、教材の内容についてのアンケート調査を行った。「百日咳をおこす原因について理解した。」の問いに「はい」・「どちらかといえばはい」と回答した人の割合は93.4%であった(図4)。

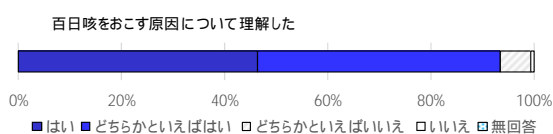


図4 百日咳を起こす原因

「百日咳菌の感染力の強さについて理解した。」の問いに「はい」・「どちらかといえばはい」と回答した人の割合は96.0%であった(図5)。

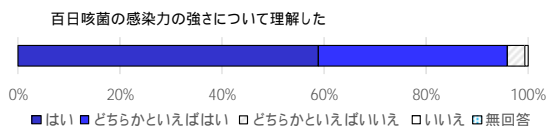


図5 百日咳菌の感染力の強さ

「百日咳の感染経路について理解した。」の問いに「はい」・「どちらかといえばはい」と回答した人の割合は95.4%であった(図6)。

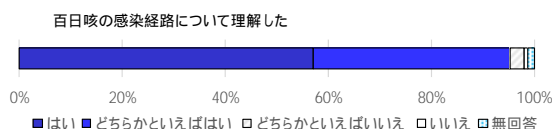


図6 百日咳の感染経路

「百日咳の症状について理解した。」の問いに「はい」・「どちらかといえばはい」と回答した人の割合は96.0%であった(図7)。

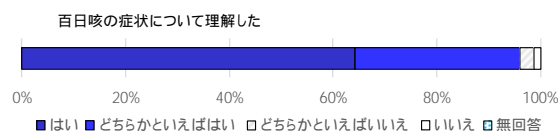


図7 百日咳の症状

「百日咳ワクチンについて理解した。」の問いに「はい」・「どちらかといえばはい」と回答した人の割合は92.1%であった(図8)。

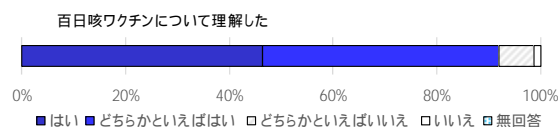


図8 百日咳ワクチン

「百日咳の治療について理解した。」の問いに「はい」・「どちらかといえばはい」と回答した人の割合は92.7%であった(図9)。

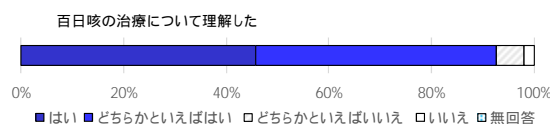


図9 百日咳の治療

(5) 今後の検討課題について

今回の教材開発において、百日咳菌の微生物学的な構造や毒素、百日咳の国際的疫学データ、感染経路である飛沫感染の防止、成人百日咳の診断、百日咳の治療、百日咳の予防接種、感染性非保持者を含んだシミュレーションモデル等をチャプターごとに分け学習者が理解しやすいように解説した。そして、この教材においては、各種パラメータを変化させることにより、感染者数などのグラフ変化が視覚的に確認可能となり、集団における百日咳感染の変化を観察できるようにした。この手法は、百日咳だけではなく他の感染症にも応用できると考えている。

また、現在、思春期・成人百日咳は、日本のみならず、欧州や米国でも問題化しており、今後は百日咳集団感染の国際比較を視野に入れたプログラムの検討をしていきたいと考える。

引用文献

- 1) Fine PE. Herd immunity: history, theory, practice. *Epidemiol. Rev* 1993; 15: 265-302.
- 2) 国立感染症研究所感染症情報センター. 百日咳. 感染症発生動向調査週報 2010; 12(24): 7-9.
- 3) 鎌野 寛, 思春期・成人百日咳 大学における集団感染の経験もふまえて, その特徴と対応について. *Campus Health* 2008; 45: 21-28.
- 4) 佐藤博子. 百日咳菌. In: 細菌学. 竹田美文, 林英生編, 朝倉書店, 東京: 2002. p.251-262.
- 5) 河野 茂, 岡田 賢司, 門田 淳一, 塩谷 隆信, 田中 裕士, 徳山 研一, 朝野 和典, 内藤 健晴, 新実 彰男, 西 耕一, 藤村 政樹, 松瀬 厚人. 百日咳. In: 咳嗽に関するガイドライン第 2 版. 日本呼吸器学会; 東京: 2012.

p.33-35.

- 6) 鎌野 寛 わが国における百日咳の検査, 治療とその予防について, 香川大学保健管理センター紀要 2010; 2: 117-128.
- 7) 木村三生夫, 平山宗宏, 堺 春美. 麻疹. In: 予防接種の手びき第 13 版. 木村三生夫, 平山宗宏, 堺春美 編. 近代出版; 東京: 2011. p.175-184.
- 8) 西浦 博, 稲葉 寿. 感染症流行の予測: 感染症数理モデルにおける定量的課題. *統計数理* 2006; 54: 461-480.
- 9) Anderson RM, May RM. Directly transmitted infectious diseases: control by vaccination. *Science* 1982; 215: 1053-1060.

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 4 件)

- 鎌野 寛, 永尾 幸, 森 知美 他. 学校において予防すべき感染症に対する学校保健教育のための教材作成について. 中国四国保健管理研究集会報告書 査読無 2014; 44: 52-54.
- 鎌野 寛, 永尾 幸, 森 知美, 富家喜美代, 他. 学校において予防すべき感染症の数理学的シミュレーション. 香川大学保健管理センター紀要 査読無 2014; 3: 153-159.
- 鎌野 寛. 学校感染症予防教育のための教材開発(第一報). 香川大学保健管理センター紀要 査読無 2014; 3: 161-165.
- 鎌野 寛 ペスト-海外渡航時に注意すべき感染症-. 香川大学保健管理センター紀要 査読無 2014; 3: 145-151.

[学会発表](計 4 件)

- Kamano H., Nagao S., Mori T., et. al. Development of e-learning material for school-based preventive education on infectious diseases and mathematical

simulation of infectious diseases. 32th Annual Meeting of the European Society for Infectious Diseases. 2014.5.8, Dublin, Ireland.

Kamano H., Mori T., Murakami C., Nagao S. Analysis of spreading of influenza in undergraduates on four separated university campuses. 12th European Congress of Internal Medicine, 2013.10.3, Prague, Czech.

Kamano H., Mori T., Murakami C. et al, Analysis of respiratory infectious diseases on a university campus -Application of mathematical models to pandemic influenza and other diseases-. International Meeting on Emerging Diseases and Surveillance. 2013.2.17, Wien, Austria.

Kamano H., Mori T., Murakami C. et al, Clinical symptoms of pandemic influenza H1N1 2009 and effects of neuraminidase inhibitors for university students . The Fourth ESWI Influenza Conference . 2011.9.12, Valletta, Malta.

〔図書〕(計 6件)

中野功, 馬場久光, 潤間励子, 鎌野 寛, 他 4名. キャンパスにおける感染症ハンドブック 2015, 国立大学法人保健管理施設協議会エイズ感染症特別委員会, 2015, p. 1-16.

山本和彦, 馬場久光, 石川隆, 太田妙子, 鎌野 寛, 他 8名. AIDS HANDBOOK2014, 国立大学法人保健管理施設協議会エイズ感染症特別委員会, 2014, p. 1-16.

岸川秀樹, 馬場久光, 潤間励子, 鎌野 寛 他 7名. キャンパスでの結核対策マニュアル 危機管理と危険管理 改訂版 国立大学法人保健管理施設協議会エイズ感染症特別委員会, 2013, p.1-31.

鎌野 寛. 「ペスト」, 疾患・症状別 今日

の治療と看護 改訂第3版 南江堂, 2013, p.945.

鎌野 寛, 杉岡正典. キャンパスライフガイド第2版, 香川大学保健管理センター, 2013, p.1-18.

鎌野 寛. 「キャンパスライフとワクチン - 百日咳ワクチンと麻疹ワクチン」, ワクチンと大学の保健管理, 国立大学法人保健管理施設協議会エイズ感染症特別委員会, 2012, p.55-64.

〔その他〕

香川大学 Moodle 「百日咳」 2014.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鎌野 寛 (Kamano, Hiroshi)

香川大学・保健管理センター・教授

研究者番号: 60284337