

01/25
 実習学・医学・医学・歯学・看護学・リハビリテーション学 グループ分野連携アクティブラーニング対話集
 2022 01/22

医療に必要なデータサイエンスのアクティブラーニングモデルの提案

ー医療分野における数理モデルを用いたデータサイエンス授業モデルの1例ー

公益社団法人 私立大学情報教育協会 医学教育FD/ICT活用研究委員会
 渡辺 淳 (元 関西医科大学)

要約
 新型コロナウイルス感染症を題材として感染症の疫学数理モデルを用いた解析を体験することにより、データを用いて科学的に考察する、ハイブリッド、オンライン、オンデマンド(対面も可)に対応できる授業モデルを紹介します。

02/25
 医療に必要なデータサイエンスのアクティブラーニングモデル
 ー感染症疫学数理モデルのアクティブラーニングー ー医療分野におけるデータサイエンス学習ー

はじめに

新型コロナウイルス(COVID-19) 感染症の拡大に伴って、報道等で「基本再生産数」や「実効再生産数」「閾値原理」などの用語を頻りに耳にするようになりました。

感染症疫学数理モデルに基づいた「3密を避ける」「ソーシャルディスタンス」「不要不急の外出自粛」「リモートワーク」などが生活の中に浸透しています。

ところが、これまで医学教育では、これらの用語や対策の基盤となっている数理科学的なアプローチについて、ほとんど触れられていませんでした。そこで、

この授業では、学生が、今、直面している新型コロナウイルス感染症を題材として、医療分野におけるデータサイエンスの一端を、対面、ハイブリッド(ブレンド型、ハイフレックス型など)、オンライン、またはオンデマンド型の授業で学びます。

03/25
 提案: 医療に必要なデータサイエンスのアクティブラーニングモデル

授業の概要

1. 感染症数理モデル*の基本および特性を理解します
2. 新型コロナウイルス感染症に関して行政・研究機関等が公開しているデータや文献を用い、数理モデルに基づいて患者隔離策の有用性と問題点を考察します
3. 感染拡大防止のための方策の検討・立案を通して感染症対策の課題を見出し、他者と協働して問題解決を図ることを体験します

* 感染症数理モデル:
 A 生物学的数理モデル: 病原体・宿主の遺伝子ネットワークや分子レベルでの遺伝子・タンパク質ダイナミクス、薬物動態などの数理モデルを用いた解析
 B 疫学的数理モデル: 感染症がどのように拡大するのか、それを制御するためにどのように介入すべきかについての数理モデルを用いた解析
 感染症の疫学数理モデルを指して「感染症数理モデル」と呼ぶことが一般的

SDGs 3.3 項および3.d項に対応
 SDGs 3.3: 2030年までに、... (中略) 伝染病を根絶するとともに肝炎、水系感染症及びその他の感染症に対処する。
 SDGs 3.d: 全ての国々、... (中略) 健康危険因子の早期警告、危険因子緩和及び危険因子管理のための能力を強化する。

04/25
 提案: 医療に必要なデータサイエンスのアクティブラーニングモデル

提案に至った事由(問題・課題の所在)

1. データサイエンス学習の重要性
 エビデンス活用のための手法の理解および活用能力獲得の必要性が指摘されている
 たとえば: 数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度(内閣府・文科省・経産省 令和3年~)。
2. 感染症数理モデルがモデル・コア・カリキュラムから欠落
 新型コロナについては感染症数理モデルに基づいた対策が実施されているが、感染症数理モデルは医学・歯学教育モデル・コア・カリキュラム(H28年改訂)に未掲載。
3. 知識を「使える」ことが重要
 特に医療分野では、知識を得るだけでなく、学んだ知識を実際に使って「体験」してみる必要がある。
4. 感染状況で変化する授業の形態・スタイルに柔軟に対応できる授業設計が必要
 (対面<->ハイブリッド<->オンライン<->オンデマンド)
 どのように設計すれば良いのか? 特にオンライン、オンデマンドは知識伝達型授業に陥りやすい。どのように改善すれば良いのか?

05/25
 提案: 医療に必要なデータサイエンスのアクティブラーニングモデル

数値モデルを用いた新型コロナウイルス感染症のアクティブラーニング(仮題)

叩き台

06/25
 「数値モデルを用いた新型コロナウイルス感染症のアクティブラーニング」

授業設計のポイント1「テーマ・題材」

学生を惹きつける(と思える)身近な、またはインパクトのあるテーマを選定し、学習の動機づけを図る

ポイント1
 テーマの選定: 学習することの意味がわかるテーマ
 現場や日々の生活で実際に「頻りに遭遇しよう」な症例や、話題となっている題材をテーマに選ぶ
 マスコミの報道と科学的エビデンスとの間に乖離がある題材などだとグループ学習が活発化する

感染症数理モデルの学習に使える題材
 インフルエンザ: 感染者=数億人/年、死者=25-50万人/年*
 新型コロナ: 感染者=約2億人/年、死者=約300万人/年
 マラリア: 感染者=約2億人/年、死者=約200万人/年
 HIV: 感染者=3,000万人、死者=約70万人/年
 数字は概算値(*印は超過死亡推定値)

留意する点
 * オープンエンドに近いシナリオ・課題
 * 課題に関する検索可能な情報(データの)存在
 * 医療をとりまく(社会環境や経済等)にも目を向けさせる波及効果が期待できるものが望ましい。

07/25
 提案: 医療に必要なデータサイエンスのアクティブラーニングモデル
 「数値モデルを用いた新型コロナウイルス感染症のアクティブラーニング」
 コマ割りの例

回	テーマ・概要	主な到達目標 (抜粋)
1	感染症の数理モデル	基本再生産数、閾値原理、実効再生産数を説明できる。(目標A1) ケルマック・マッケンドリックのSIRモデルを概説できる。(目標A1) 患者隔離による感染拡大防止策の原理を説明できる。(目標A1,A2)
2	感染者隔離戦略の有用性と課題 感染拡大抑制策の立案	感染者隔離策の有効性と問題点を説明できる。(目標A3,C2) 課題解決に必要な信頼度の高い文献・情報を検索できる。(目標A1,A2) 課題に対するデータ収集の方略を策定できる。(目標A2,B1) 隔離策実施後の発症率について作業仮説を導出できる。(目標A3,C2) 隔離策実施後の感染者数の変化を推定(予測)できる。(目標A1,A2) ワクチン接種率と再生産数との関係を説明できる。(目標A1,A2) 感染症で想定すべき感染力及び重篤度について説明できる。(目標A1)
3	感染拡大抑制策の立案(続き)	新型インフルエンザ等対策特別措置法について概説できる。(目標A1) 重篤性と感染力に基づいた対応方法を提案できる。(目標A3,C2) 高病原性・高感染性変異株の出現を想定した感染拡大抑制策を提案できる。(目標A3,C2)

右側の括弧内は私情協「社会で求められる情報活用能力育成のためのガイドライン」該当の番号

08/25
 提案: 医療に必要なデータサイエンスのアクティブラーニングモデル

社会で求められる情報活用能力育成のガイドライン (2021年版)

- 到達目標 A: 問題を発見し、目標を設定した上で解決に取り組み、情報通信技術を適切に活用して新しい価値の創造を目指して取り組むことができる。
 - A1. 問題発見・解決を思考する枠組みを説明できる。★
 - A2. 枠組みを活用して与えられた問題解決に取り組むことができる。★
 - A3. 答えが一つに定まらない問題に対して自ら問題発見・解決に取り組むことができる。★
- 到達目標 B: 情報社会の有効性と問題点を認識し、主体的に判断して行動することができる。
 - B1. 発信者の意図を推測した上で、情報を読み取り、内容を説明できる。★
 - B2. 社会の一員としての責任を理解し、他者に配慮して安全に情報を扱うことができる。
 - B3. 情報社会の光と影を理解し、望ましい情報社会の在り方について考察することができる。
- 到達目標 C: 情報通信技術の現状と可能性を考察し、論理的思考に基づき、価値創造に向けて必要となるIoT、モデル化、データサイエンス、AIなどの知識・技能を活用できる。
 - C1. 情報通信技術の現状と将来的な可能性を説明できる。
 - C2. 仮説検証の手段として、論理的思考に基づいてモデル化とシミュレーションなどを通じて予測することができる。データサイエンスやAIを適切に活用することができる。★
 - C3. 社会における情報通信システムの在り方やデジタル技術を活用した未来社会のモデルについて考察することができる。

卒業までに受講する科目全体でこれをカバーすれば良い 出典: <http://www.juce.jp/edu/kenkylu/2019-literacy-guideline.pdf>

09/25

授業設計のポイント2

「到達目標の明確化」

ポイント2
到達目標の明確化:
1. なにがどこまでできれば目標に到達したと言えるかを明示する
たとえば:
到達目標を評価基準(ルーブリックなど)とともに電子シラバス等で学生に提示しておく。

2. プレテストとポストテストを活用する
たとえば:
授業開始時(開始前)にLMS等でその授業において到達目標を達成するために習得すべき事項をミニテスト(プレテスト)で問うことで、目標を具体的に捉えやすくしておく。
終了時に同じ設問を用いたポストテストをおこなって、到達度を自覚(学生)または把握(教員)しやすくする。
ミニテストは数問~10問程度とし、国家試験と同じ設問方式とする。

提案: 医療に必要なデータサイエンスのアクティブラーニングモデル 10/25

1コマ目(初回): 感染症の数理モデル

項目	要点
教材	課題・シナリオ 新型コロナウイルス感染者隔離策の有用性と問題点を問う課題を提示(オープンエンド)。 自習教材(LMSで事前提供) ビデオクリップ(5分間程度1-2本)とPDF資料(2-3ページ程度、参考URLと多肢選択Quiz付き)。
事前	課題・自習教材をLMSで提示 基本再生産数(A1)、実効再生産数(A1)、感染症疫学における閾値原理(A1)、エンデミックとパンデミック(A1)、ケルマック・マッケンドリックの数理モデル(SIRモデル)(A1)について自習教材をもとに学習し、ミニテストで到達度を確認。
授業	対面でも遠隔でも可 プレテスト グループワーク ポストテスト 事前学習到達度の確認・学習の要点の提示 * 感染者隔離策の有用性と問題点の検討(A1,A2) 理解を深めると共に、共同して問題解決にあたることを体験。遠隔(オンライン・オンデマンド)ではICTツールを活用。 到達度の確認
事後	整理・振り返り 感染者隔離策の有用性と問題点(グループの暫定見解)をLMSに入力(各自) + 自己・相互(ピア)評価(LMS)。

提案: 医療に必要なデータサイエンスのアクティブラーニングモデル 11/25

1コマ目(初回)の学習内容の概略「感染症の数理モデル」

回	テーマ・概要	主な到達目標(抜粋)
1	感染症の数理モデル	基本再生産数、閾値原理、実効再生産数を説明できる。(目標A1)ケルマック・マッケンドリックのSIRモデルを概説できる(目標A1)患者隔離による感染拡大防止策の原理を説明できる。(目標A1,A2)

主要な学習項目・内容
1-1. 基本再生産数 (basic reproduction number: R_0):
自然状態で感染者1人が平均何人(2次)感染させる(能力があるか)
 $R_0 > 1$ ならば感染は拡大し、 $R_0 < 1$ ならば感染は終息に向かう
1-2. 閾値原理 (Threshold Principle):
 $R_0 > 1$ ならば感染は拡大し、 $R_0 < 1$ ならば感染は終息に向かう
1-3. 実効再生産数 (effective reproduction number: R_t):
接触制限・ワクチン接種等の介入下において感染者1人が(2次)感染させる人数
1-4. ケルマック・マッケンドリックのモデル (SIRモデル)
感染する可能性のある人数を $S(t)$ 、他者に感染させる能力のある人数を $I(t)$ 、快復した免疫保持者等を $R(t)$ とした時に、以下の常微分方程式で表されるモデル:
$$\frac{dS(t)}{dt} = -\beta S(t)I(t)$$
$$\frac{dI(t)}{dt} = \beta S(t)I(t) - \gamma I(t)$$
$$\frac{dR(t)}{dt} = \gamma I(t)$$

ここで、 β は単位時間あたりの感染率、 γ は単位時間あたりの回復や隔離による除去率を示す。
 γ^{-1} は感染から回復もしくは隔離されるまでの平均感染性期間。
また、2番目の式を変形すると $\beta S(t)I(t) > \gamma I(t)$ 。
時刻 0 では集団全員が感受性人口のため、 $S(0) = 1$ と置くと R_0 が求まる: $R_0 = \beta / \gamma$
出典: 鈴木 尚子、西浦 博 https://www.naka.or.jp/jsim/wp/wp-content/uploads/2020/11/nichinaishi-109-11-article_4.pdf
患者隔離による感染拡大抑止策の有用性と問題点をグループで検討して抑止策の課題を「発見」する。

12/25

授業設計のポイント3

事前・事後学修とグループワークの併用

ポイント3
授業の大部分はグループワーク(3-5名)とし、学生が他者と協働して主体的に学習する場を提供。

- * ビデオクリップによる資料提供はテーマ毎に1本(できるだけ5-6分以内を心がける)。
- 事前学習資料はPDF(またはweb教材)の方が好適なケースもある
- * 振り返りに加えて、討議活性化の一助として相互評価(ピア・レビュー)を導入。
- ピアレビュー「あり」の時は事前学習をサボらず、グループ討議が活発化する傾向がある
- * 事前・事後学修の負担を過大にしない。
- * 状況に応じてミニレクチャの提供も可。
- 学生の理解支援+誤った方向への議論展開の是正

提案: 医療に必要なデータサイエンスのアクティブラーニングモデル 13/25

授業設計のポイント4

「グループワーク支援のためのICTツールの活用」

ポイント4
ICTツールを用いたグループワークの支援
グループワークを円滑に進めるためには、LMSやオンラインミーティングツールに加えて、グループディスカッション・情報共有を支援するICTツールの活用が重要。
* 学生・教員の情報環境に合わせて、簡単に安定して利用できることが要件。
できるだけLMS・オンラインミーティングツールと親和性の高いグループディスカッション・情報共有支援ツールを選択して活用する。
授業形態・スタイル(対面、ハイブリッド、フルオンライン、オンデマンド)にかかわらず、グループワークにICTツールを積極的に導入することでフレキシブルな対応が初めて可能となる・・・

Zoom
Microsoft Teams
Google Classroom
.....

ブレイクアウトルーム
コラボレーションツール
コンテンツ・ファイル共有
.....

提案: 医療に必要なデータサイエンスのアクティブラーニングモデル 14/25

授業設計のポイント5

「感染状況にフレキシブルに対応するために」

ポイント5
感染状況にフレキシブルに対応するために・・・
変異株の出現・蔓延や感染拡大の状況などによって、フルオンライン・オンデマンド授業への切り替えが求められる可能性がある。
状況の変化にフレキシブルに対応可能で、かつ学習効果の高い授業の設計・運営方法を考え、ICTツール等の準備を進めておく。その際(特に授業を設計する際)、以下について明確にしておく:

- * オンライン・オンデマンドでもできること
- * オンライン・オンデマンドだからできること
- * オンライン・オンデマンドではできないこと

提案: 医療に必要なデータサイエンスのアクティブラーニングモデル 15/25

授業の形態・スタイルの例

A 対面授業(対面のみ)
対面授業へのLMSおよびオンデマンド教材配信との組み合わせも普及しつつある

B ハイブリッド型授業(対面+オンラインの組み合わせ)

1. ブレンド型授業(Blended Learning):
使い分け方式: 授業の内容に合わせてこの回は対面「この回はオンライン」と使い分ける
反転授業方式: オンデマンド配信と対面式授業との組み合わせ

2. ハイフレックス型授業(HyFlex: Hybrid-Flexible):
対面で授業を行いつつ、同時にそれをオンラインでも配信するスタイル

3. 分散型授業:
同じ回に対面とオンラインで異なる内容の授業を行い、学生が分散して受講するスタイル

C オンライン授業(フルオンライン; リアルタイム配信+オンデマンド配信)
ミーティングツール等を用いて授業のすべての課程をオンラインで実施するスタイル(対面なし)

D オンデマンド型授業(オンデマンド配信主体: e-learning 等で多用される)
場所・時間帯を問わず、いつでもどこでも学生の学修を可能とするスタイル
オンデマンド配信とICTコラボレーションツール等を組み合わせて実施、ミーティングツール等のリアルタイムモニタリングを必須とせず、時間的な制約が加わらない。

提案: 医療に必要なデータサイエンスのアクティブラーニングモデル 16/25

授業の形態・スタイルとアクティブラーニング実施のし易さ

A. 知識伝達型(一方向性流れ)授業のやりやすさ
(容易) 対面→オンライン→オンデマンド・ハイブリッド (困難)

B. アクティブラーニング(双方向性)授業のやりやすさ
(容易) ハイブリッド→対面→オンライン→オンデマンド (困難)

C. グループワークのやりやすさ
(容易) 対面→ハイブリッド・オンライン→オンデマンド (困難)

アクティブラーニング、グループワークとも、オンデマンド授業が最も困難
主な理由: グループワークの開始・終了など、進行のタイミングを適切に参加者(学生)に伝達しなくてはならないが、オンデマンドでは特段の工夫を要する。
たとえば、LMSのチャット・掲示板を活用したり、グループLINE等のツールをLMSやミーティングツールと組み合わせるなど、ディスカッションをリモートから制御するための仕組みが必要・・・

逆に言えば・・・
オンデマンド授業でグループワークが円滑に実施できるようになっていけば、他のどの授業スタイルにも対応できる(状況に応じて授業スタイルの変更が容易)

今後の予定

ご要望に応じて「数理モデルを用いた新型コロナウイルス感染症のアクティブラーニング」の授業運営のシナリオに則して作成した以下の資料を、私情協の「情報活用教育コンソーシアム」のサイト (<https://www.juce.jp/edu-kenkyu/lit/>) に逐次公開の予定です:

1. 授業設計書・運営手順書
2. 授業および事前・事後学習用配布・視聴資料
3. 配布資料等で用いた引用文献および参考サイトのURLリスト

ご清聴、どうもありがとうございました。