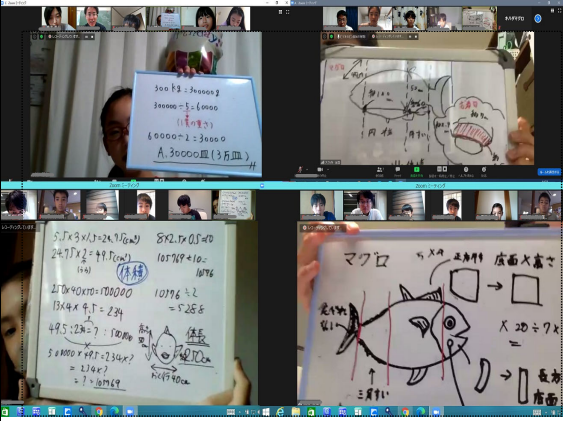


令和2(2020)年度科学研究費助成事業(科学研究費補助金)  
 実績報告書(プログラム実施報告書)  
 (研究成果公開促進費)「研究成果公开发表(B)  
 (ひらめき☆ときめきサイエンス～ようこそ大学の研究室へ～KAKENHI)」

<b>課題番号 : 20HT0126</b> <b>プログラム名 : SDGs(食糧問題)を探究するフェルミ推定—数学的モデリングチャレンジ 2020—</b>																		
	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">所属 研究 機関</td> <td>名称</td> <td>国立大学法人 東海国立大学機構 岐阜大学</td> </tr> <tr> <td>機関の長 職・氏名</td> <td>学長・森脇 久隆</td> </tr> </table>	所属 研究 機関	名称	国立大学法人 東海国立大学機構 岐阜大学	機関の長 職・氏名	学長・森脇 久隆												
	所属 研究 機関		名称	国立大学法人 東海国立大学機構 岐阜大学														
機関の長 職・氏名		学長・森脇 久隆																
<table border="1"> <tr> <td rowspan="3">実施 代表者</td> <td>部局</td> <td>教育学部</td> </tr> <tr> <td>職</td> <td>准教授</td> </tr> <tr> <td>氏名</td> <td>河崎 哲嗣</td> </tr> </table>	実施 代表者	部局	教育学部	職	准教授	氏名	河崎 哲嗣	<table border="1"> <tr> <td>開催日</td> <td>8月9日(日)、8月23日(日)、9月6日(日)、9月20日(日) 4日間</td> </tr> <tr> <td>実施場所</td> <td>岐阜大学教育学部(キーステーション) テレビ会議システム zoom によるネットワーク環境を活用して、各受講生は自宅</td> </tr> <tr> <td>受講対象者</td> <td>小学校5年生及び小学校6年生</td> </tr> <tr> <td>参加者数</td> <td>17人</td> </tr> <tr> <td>交付申請書に記載した募集人数</td> <td>20人</td> </tr> </table>	開催日	8月9日(日)、8月23日(日)、9月6日(日)、9月20日(日) 4日間	実施場所	岐阜大学教育学部(キーステーション) テレビ会議システム zoom によるネットワーク環境を活用して、各受講生は自宅	受講対象者	小学校5年生及び小学校6年生	参加者数	17人	交付申請書に記載した募集人数	20人
		実施 代表者	部局	教育学部														
			職	准教授														
氏名	河崎 哲嗣																	
開催日	8月9日(日)、8月23日(日)、9月6日(日)、9月20日(日) 4日間																	
実施場所	岐阜大学教育学部(キーステーション) テレビ会議システム zoom によるネットワーク環境を活用して、各受講生は自宅																	
受講対象者	小学校5年生及び小学校6年生																	
参加者数	17人																	
交付申請書に記載した募集人数	20人																	
<p><b>プログラムの目的</b></p> <p>SDGsについて学校現場での取り組みが盛んになりつつある。しかし社会的な課題について、政策的な面での考察が多い一方で、具体的な数量や形を考察して、より良い社会への解決策を展望する活動が少ないと考えられる。そこで以下のような目的でプログラムを考えた。</p> <p>①直接測ることのできない数量の考察活動を通して数学モデルを作成し、問題を解決することを学ぶ。          ②得られた結果の分析や検討を通して、より良いモデルを再構築し、数学的モデリングによる問題解決のプロセスを体験する。          ③集められたデータから創造できる概形・概算(フェルミ推定)の重要性を知る。</p>																		
<p><b>プログラムの実施の概要</b></p> <p>プログラムの詳しい様子や経緯は、以下のサイトを使って受講生への情報提供を行った。  <a href="http://www2.hamajima.co.jp/~mathenet/hiratoki/r2.html">http://www2.hamajima.co.jp/~mathenet/hiratoki/r2.html</a></p> <p style="text-align: center;"><b>《開催までの経緯》</b></p> <p>新型コロナウイルス(COVID19)感染症対策のため、参加者を広範な地域から募集して対面授業で実施する通常形式が不可能となった。そこで4月～6月中旬まで「開催の有無も含めたプログラム変更策定」について遠隔テレビ会議システム zoom を用いて、協力講師と検討協議に入った。また昨年度まで継続的に受講していた子ども達の保護者から、日常の閉塞感を打破して欲しい旨の熱い要望もあり、授業の実現可能な内容・方</p>																		

法を模索・再構築して、開催決定については6月末に判断した

《留意工夫した点》

- (1) zoomを用いたオンライン形式の授業を行うために、以下の点について留意・変更・工夫を行った。
- (a) 対面形式では受講生1人1人の作業の進行状況や反応を鑑みながら達成できるプログラムでも、労力や所要時間が倍以上に必要とすることは周知できていた。しかし、どれほどの準備や時間が必要となるのかを確信も持てなかったため、十分な日時(2週間間隔で、計4日間実施)を確保することにした。
- (b) zoomで全参加者を見渡すことができる受け入れ上限人数を20人と考えた。また、自宅でコンピューター機器やwifi環境が整っていることを条件とした参加者募集に切り替えた。それに対し、17名の応募があり、教員希望の学生を含む合計8名のスタッフで指導にあたったため、理想的な人数で開催することができた。また高山市と京都市の遠方からの受講生がフレキシブルに参加できるようになった。
- (c) 液晶グラフ関数電卓やzoomなどに不慣れな受講生のために、初回の授業前半をzoomの接続テストを行い、事前に設定しておいた「グラフ関数電卓の使い方」のビデオサイトを視聴して分からない受講生には、別日の授業でレクチャー講義(zoomによる)にて対応した(写真1)。
- (d) 授業で使用する物品やワークシートなどの受け渡し・返却は、梱包箱を用意して全体の授業前と授業後に宅配便での送受を行った。また記入された事前事後調査用紙やアンケートの返送はレターパックにて対応した。また、講義毎の連絡やアナウンスについては、『連絡先 e-mail, HP, はがき』の3点セットで対応し、緊急の場合は電話連絡を行った。
- (e) 4つの授業の間隔を2週間空けた理由は、受講生が「内容を本当に理解しているか」「フォローをしなければいけない内容は何か」を把握するためであった。受講生を理解度別にグループ分けして効果を上げるために、授業毎にワークシートを回収し、図1のような表を作成して対応をした。

	〇さん	Aさん	Kさん	Yさん	〇〇さん
1匹のマグロから何皿寿司を作れるか、考えをおおまかに教えてください。					
	円柱と他の形に分けて考えた。1万皿	マグロは膨らんでいるから、体積をもとにして考えた。	マグロ 1匹は200kg(推定?)。骨 100kg(推定)を除くと100kg。1かん 20gとして計算すると5000かん。1皿2かんで、2500皿。	マグロ1匹を、2つのとげ(おそらく円錐)の集まりとし、分けて考えた。 $2 \times 8 \times 0.5 = 8$ 食べられないところもあるから、0.8?をかけた。	刺身にするまえの「さく」をもとにして考えた。
1匹のマグロから何皿寿司を作れるか、考えを発表してください。					
	円柱と他の形に分けて考えて計算すると、235500 cm <sup>3</sup> 。すしのネタは、モデルを実際に測って $7 \times 2.9 \times 0.5 = 9.45$ cm <sup>3</sup> 。割り算をして12460 皿。	1かんの体積は、模型を測って計算して、 $3 \times 6 \times 0.5 = 9$ cm <sup>3</sup> 。 2かんで1皿だから18 cm <sup>3</sup> 。 全長を2.5mとして、マグロの腹の部分が食べられる部分として計算を進めようとしたが、計算の仕方がわからなかった。	前回ブレイクアウトと同様の内容。	マグロ1匹を、2つのとげ(円錐)の集まりとし、分けて考えた。 とげ1つの高さを125cm、半径を20cmとして計算すると、 $83732.8$ cm <sup>3</sup> 。 1かんの体積は、模型を測って計算して、 $6 \times 3 \times 1 = 18$ cm <sup>3</sup> 。 $83732.8 \div 18$ をして、4652かん。	刺身にするまえの「さく」をもとにして考えた。 マグロ1匹でさく500個分と推定した。さく1つで、10かん握れるとした。 $500 \times 10 = 5000$ 。 $\div 2$ をして、2500皿。
実際の、漁獲量の変化のグラフを見て、どう感じましたか。					

図1 受講生の様子・質問の把握状況を整理した一覧表

- (f) 授業を録画して、いつでも振り返りができる授業動画配信を行った。また最終回の授業では、全体講義とは別に、zoomのブレイクアウト機能を用いて、3グループそれぞれに講師と教育学部院生及び学生TAを1名ずつ配備した協議を使い分けた。そこではミニホワイトボードを用いて、意見交換や新しい発見が生まれる環境を整え、その教育効果を高めることができた。受講生は、学校の授業で味わえない未知の体験をして、しかも手厚い対応に理解を深めることができ、興味関心をとても高めたようである(写真2)。

以上のように、短期間で準備打合せを行い、コンテンツを充実させた。さらに事前に教材を全員分送付し、適

宜、課題の返送、最終回後には機器の回収等を行ったため、配送にかかるコストや事務量が格段に増加した。反面、講師等の旅費が必要なくなり、その分を補填することができた。

(2) 教材コンテンツ(フェルミ推定)をSDGsの問題として扱う上で、留意した点

- (a) フェルミ推定が「掴み所のない数・量・形を四則計算で概数・概形を求める」というその意義を理解させるために、受講生の身近な食生活としての「寿司・マグロ」をテーマとした。そして、食糧資源量の問題へと発展させる授業展開にした。その際、マグロの形状や構造がイメージできるように、解体パズルを配布した。
- (b) 受講生(小学校 5,6 年生)に対しては、1次関数の概念から教えるのではなくて、漁獲量と消費量のそれぞれの変化の割合を積み重ねてグラフを描かせてから、10年後、20年後どのように変化するかを考察させた。その際、グラフ関数電卓を用いても予想させた。この考え方は他の題材でも活用でき、「オーストラリアの山火事と消火」と「サバクトビバッタの増殖と駆除」も余力問題として加えた。

《4日間の各スケジュール》

**第1日目** 8月9日(日) 13:00~15:00 (1) zoomによる接続テスト, (2) 開講の挨拶(諸注意と連絡), (3) 動画配信: 科研費の説明&ミニ講義(代表者), (4) (導入課題)問題提起とお寿司の計算

**第2日目** 8月23日(日) 13:00~(15分程度の動画配信) チャレンジ課題1 マグロの資源量の今

**第3日目** 9月6日(日) 13:00~(15分程度の動画配信) チャレンジ課題2 マグロの資源量の将来

**第4日目** 9月20日(日) zoomによる解説会及び研究協議、13:00~13:30 zoomによる受付及び出席点呼 13:30~13:40 スタッフの紹介, グループ分け、13:40~14:00 導入課題についての講評(協力講師)

————(休憩)————

14:10~14:40 グループ内の意見交換および協議: チャレンジ課題1について(学生・院生による TA)

————(適宜休憩)———— クッキータ〜イ〜ム!! (当日までにフライングして食べたらダメよお!)

14:50~15:20 グループ内の意見交換および協議: チャレンジ課題2について(学生・院生による TA)

————(休憩)————

15:30~16:10 全体発表および意見交流(協力講師)、16:10~16:20 講評(代表者)、16:20~16:30 修了式(未来博士号授与)、16:40~ 全体の諸注意・説明(アンケート記入, 事後調査とワークシートの回収等)、解散

《実施の様子》



写真1 zoomによる全体講義の受講生(各自の自宅)と指導ルームでの協力講師の様子

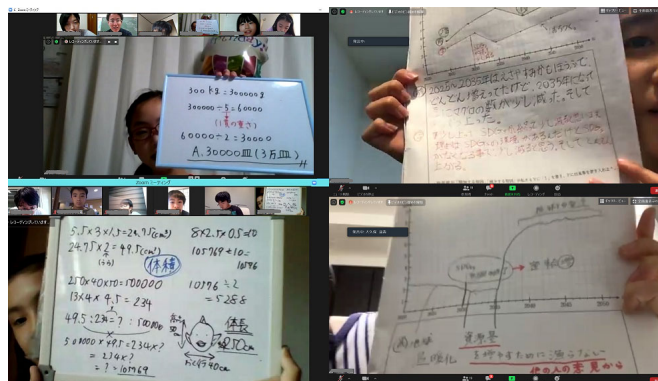


写真2 ブレークアウト時のグループ協議の様子

### 《事務局との協力体制》

クッキータイム用のお菓子の手配・物品等の梱包・複雑な物品費用の名目相談・不参加者への連絡対応・救急体制・後片付け・協力講師への連絡支援、アンケート集計等を、研究代表者1人だけでは目が行き届かない。またコロナウイルス感染症災禍によって、緊急に計画を余儀なく変更もした。その苦難の中でも事務局の支援による準備・配慮が行き渡ったお陰で成功に導けた。協力講師や学生達との打合せも毎週のように行い、「疲弊した子ども達に元気を与えよう」「子ども達の期待に応えよう」と一致団結したお陰で万端な成果を得た。受講生や保護者からも「楽しかった」「またやって欲しい」という前向きな声が現れたのも、常に受講生達や保護者の声に耳を傾け、1人も取り残されないようにと、大学事務局と認識を共有できていた。

### 《広報活動と安全配慮》

「ひらめき☆ときめきサイエンス」のお知らせは、岐阜大学のHPで周知した。さらに、過去の成果と報告は随時掲載・公開している。( <http://www2.hamajima.co.jp/~mathenet/hiratoki/hiratoki.html> )  
過去の講座に参加した受講生への案内も例年どおり行った。しかし、災禍による参加者数の減少が予想されたため、しばらく教育委員会の対応や近隣の小学校の様子を見て判断することにした。6月になって、感染状況が沈静化になり、オンライン授業のみでの開催が確定したのも開講まで日時が迫っていたために、末端地域まで届くような十分な広報はできなかった。但し、ポスターやチラシについては即時作成・配布を行うことができた。受講生の自宅でのPC設備や通信環境の充実という参加条件を絞ってしまったために、広報活動にさほど労力を費やす必要は無かった。反って、ポスターとチラシの効果や口伝いのお陰で、高山市や京都市からの受講者を迎えられることは、一定の広報効果は保てたようである。

安全配慮に関しては、例年は、ボランティア団体保険を利用し、開催場所の立地の利便性、万全な緊急体制(AED、救急箱、連絡体制、搬送病院)に対しての配慮を行っている。だが、オンライン授業によってこれらは配慮が不要となった。

### 《今後の発展性と課題》

受講生の生活環境によって、オンライン授業に参加できない不公平さは、GIGAスクール事業などで徐々に改善されるとはいえ、ソフト面についての教材開発が今後求められるであろう。また今年度のオンライン授業によって幾つかの可能性も生まれた。それは遠隔での授業が実現できることによって、遠方からの参加が可能となったのである。今年の高山市や京都市からの受講生よりもさらに遠方からの受講も可能である。また海外との国際遠隔協働学習も実現可能であろう。遠隔教育が研究の専門分野・領域でもあり、講座の在り方改革も一策と考えている。そのためには、通信・放送業界団体の協力・連携をして、インターネット回線以外の回線を使ってみることも考えられる。また、ハイパーミラーシステムのような疑似空間を設営して、ソフト面の教材開発を進展させることである。zoomという道具は既に過去の環境であり、新たな通信環境を構築して教育に活かす研究の一端を子ども達に体験させてやりたいと考えている。次年度の開催も感染が縮小安定しているかは分からない。開講に向けて、対面授業かオンライン授業かによってテーマが左右されないように、じっくりと計画を練って、実現を目指すことになるだろう。広報に関してはチラシ以外にもYouTubeなどの動画配信にも検討してみる価値がある。

【実施協力者】  7  名

【事務担当者】

山田 美菜子 岐阜大学教育学部総務係(広報・受講生や協力者との事務連絡手続き・運営補助)

依田 美香 岐阜大学教育学部総務係(受講生への物品梱包・文書確認・運営補助)

桂川 由美 岐阜大学教育学部総務係(協力者との事務手続き・教育委員会報告・運営補助)

林 龍介 岐阜大学研究推進部研究事業課研究資金第三係(ひらめき☆ときめきサイエンス渉外担当)