

# Creating teaching materials for a contest to work collaboratively on the SDGs

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2023-03-31 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: KAWAYACHI, Tetsuji, OHTANI, Minoru, HASHIZAKI, Keiichi メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.24517/00069044">https://doi.org/10.24517/00069044</a>

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



# SDGs に協働的に取り組むコンテストの教材化

川谷内 哲二・大谷 実・端崎 圭一

## Creating teaching materials for a contest to work collaboratively on the SDGs

Tetsuji KAWAYACHI, Minoru OHTANI and Keiichi HASHIZAKI

### 1. はじめに

Math A-lympiad は、オランダのエトレヒト大学フロイデンタール研究所が統括する数学コンテストである。大学進学を目指す 16～18 歳の生徒が 3～4 名のチームで取り組む探究的で協働的な性格をもつ。Math A は数学の科目名で、大学で数学をツールとして活用し、将来の職業において数学を柔軟に応用することを重視し、数学的モデル化、高次の思考技能や問題解決力の育成を目指すものである。Math A-lympiad は、現実世界のオープン・エンドな問題解決に協働で取り組み、レポートを作成する。国内予選と国際本選があり、予選は 11 月に 1 日かけて各学校で実施され欧州を中心に千を超えるチームが参加する。2018 年第 30 回大会より金沢大学主催で第 1 回日本数学 A-lympiad が開催され、全国から 47 チームが参加した。本選は 3 月にオランダで開催され、各国の代表 2 チームが 2 日間かけて、予選よりもさらに総合的でオープン・エンドな問題に取り組み、レポートを作成し英語でプレゼン等を行う。

高等学校において、今年度から実施された新学習指導要領では、様々な変化に積極的に向き合い、他者と協働して課題を解決していくことや、様々な情報を見極め、知識の概念的な理解を実現し、情報を再構成するなどして新たな価値につなげていくこと、複雑な状況変化の中で目的を再構築することができるようにすることが求められている。A-lympiad の予選問題は、

そのような資質・能力を育成するためのよい教材であると考えた。

そこで、Math A-lympiad の 2017 年の予選問題を教材として 2018 年度に授業を実践してみた。さらに、GIGA スクール構想により、小中学校では昨年度より一人 1 台端末が配備され、高等学校においては本年度から配備されている。一人 1 台端末の配備によって、学習方法等これまでとは違ったスタイルに変化してくるであろう。そのことを踏まえ、以前に行った授業実践の報告と今後の ICT を活用した取り組みについての一提案を試みた。

### 2. A-lympiad 予選問題を教材とした授業実践

#### (1) 予選の概要

日本数学 A-lympiad では、オランダで開催される「Math A-lympiad」の予選問題を使用し行われる。実施要領は以下の通りである。

#### 【日程】

解答時間 9～16 時

解答の提出締切 16 時

#### 【解答（レポート等）作成】

問題は英文、解答（レポート等）は日本語。

解答（レポート等）は PDF 形式に変換したものを 16 時までに提出。

複雑な数式、絵や図などは、手書きで作成して、その写真を貼付することは可。

書式は A4 横書きで、書式・分量は自由。

#### 【ルール】

書籍やインターネット等の利用可。

自分のチーム以外の人に質問をしたり、助言を求めたりすることは禁止。

#### 【評価の観点】

チームの解答（レポート等）は、以下の点を重視する。

- \*最後まで成し遂げられているか。
- \*数学を用いる際、結果だけでなく過程を示しているか。
- \*図・表・式・グラフ等、数学的表現を適切に活用しているか。
- \*課題に対する考察が深いか。
- \*複数の方法がある中で、なぜ特定の方法を選択したか、その理由を述べているか。
- \*議論の前提が明確であり、飛躍はないか。
- \*読みやすさ、論の組み立て、引用・参考文献の明示、など。

#### (2) 授業に使用した予選問題の概要

国内予選は、参加国の定めた日で実施されるので、問題の漏洩を防ぐために参加者は実施日よりしばらくの間、問題および問題に関連する情報を他者に伝えることが厳に禁じられている。そのため、2018年度の予選問題の使用を避けたこと、第1回日本数学 A-lympiad に出場した1年生の何名かは、2016年度以前の予選問題を解いていることから、2017年の予選問題を使用することにした。タイトルは“Jumping (for joy in) the queue”（渋滞の列に（快く）飛び込む）で、ラッシュ時間帯における渋滞の解消方法を考えさせる課題である。問題は、予備課題（第1～3部）と最終課題があり、第1部は専門用語（渋滞量）を定義して関係を調べる問題、第2部は強度（1時間あたりに通過する車の数）、スピード（時速）、密度（1kmあたりの車の数）の関係をグラフから読み取り、グラフで表現する問題、第3部は応用問題で、交通渋滞が起こる場所と時間を特定して、それを解消するために新規道路をどこに建設すればよいかを考える問題である。最終課題は予備課題での分析に基づき、交通問題を取り上げた新聞記事を書くことである。

#### (3) 授業実践

平成31年3月に1年生3クラスを対象にして、2017年の予選問題を教材として、次のような形式で授業を行った。

##### 【活動形態】

1グループ4名によるグループ活動で、各クラス10グループで活動した。グループの分け方は、教室の座席に従って作成した。

##### 【授業計画および授業形態】

##### ①問題文の和訳（1時限）

通常の授業形式で、3クラスとも同じ英語科教員が担当して授業を行った。

スライドを用いて、誤訳しそうな個所やポイントとなる個所を中心に進めていた。



##### ②予備課題の取り組み（2時限）

通常の数学の授業形式で実践し、解法について

て検討した。2時限の授業では、予備課題が3クラスとも終わり切れず、③の作業に回した。

#### ③最終課題の取り組み（2時限）

グループ別活動で、問題の解法について検討し、レポートを作成する時間に充てた。実際は、②でやり残した課題への取り組みと最終課題の解法の検討で2時限を使い切り、レポートおよび新聞記事の作成は、放課後の課題として取り組んだ。

#### ④各クラスでの発表（2時限）

予備課題を踏まえて、第3部の応用課題と最終課題（新聞記事）について、レポートをA4用紙2ページにまとめて提出することを課題とした。パワーポイントによるプレゼンのためのスライドを作成して発表した。1時限5グループの発表としたので、1グループの発表は出入りを含めて10分以内とした。2クラスは2時限で終えたが、1クラスは発表が長引き、3時限を使った。



#### (4) 評価およびアンケート

課題の評価は、予選問題に書かれている評価の観点に基づいて行った。

最終課題の読み易さや明確さ、解答の深さ、プレゼンテーション、(数学的)創造性などである。

生徒の発表に対し、3項目(第3部、最終課題、発表)について5段階での相互評価を行い、その後アンケートを実施した。相互評価、アンケートの内容・結果については、次の通りである。

#### クラスごとの相互評価（各項目5点満点）

A組	最終	3部	発表	計
1班	3.8	3.8	3.8	11.5
2班	4.1	4.0	3.7	11.8
3班	3.5	3.8	3.7	11.0
4班	3.3	3.7	3.7	10.7
5班	4.1	4.3	4.2	12.6
6班	4.2	4.3	4.3	12.8
7班	4.1	3.9	3.7	11.7
8班	4.1	4.1	4.2	12.3
9班	4.1	3.8	4.2	12.0
10班	4.0	4.1	3.9	12.1

B組	最終	3部	発表	計
1班	3.7	3.8	3.6	11.2
2班	4.0	4.2	4.2	12.3
3班	4.7	4.5	4.4	13.5
4班	3.7	3.5	3.6	10.8
5班	4.2	4.0	4.2	12.4
6班	3.7	3.7	3.8	11.2
7班	4.1	3.9	4.0	11.9
8班	4.1	4.0	4.1	12.2
9班	4.1	4.3	4.4	12.8
10班	3.6	3.6	3.9	11.1

C組	最終	3部	発表	計
1班	4.0	4.0	3.9	11.9
2班	4.1	4.1	4.1	12.2
3班	4.1	4.1	3.6	11.8
4班	3.4	3.6	3.3	10.3
5班	4.0	4.2	4.0	12.2
6班	4.2	4.2	4.3	12.7
7班	4.2	3.9	4.0	12.2
8班	4.2	4.3	4.2	12.7
9班	4.2	4.2	4.4	12.8
10班	4.2	4.2	4.2	12.6

## アンケートの内容

- ①興味をもって取り組むことができたか  
できなかった 1～5 できた
- ②問題の意味が理解できたか  
理解できなかった 1～5 理解できた
- ③今回取り組んだ問題の難易はどうか  
易しい 1～5 難しい
- ④このような問題にもっと取り組んでみたいか  
取り組みたくない 1～5 取り組みたい
- ⑤提出したレポートの出来(自信)がどの程度か  
よくない 1～5 よい  
(自信がない) (自信がある)
- ⑥(修正が可能なとき)他チームの発表が参考になるか  
参考にならない 1～5 参考になる
- ⑦今年の秋の A-lympiad 予選に参加したいか  
参加したくない 1～5 参加したい

## アンケート集計結果 (各項目5点満点)

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
1	6%	8%	2%	11%	10%	2%	29%
2	10%	12%	1%	19%	27%	2%	20%
3	24%	29%	8%	32%	36%	7%	19%
4	40%	34%	31%	26%	19%	37%	17%
5	20%	17%	57%	11%	8%	51%	15%
平均	3.6	3.4	4.4	3.1	2.9	4.3	2.7

このアンケート結果を見ると、概ね興味を持って取り組むことができたようである。問題の意味が大体理解できたようであるが、これまで取り組んできた数学と随分と異なっているため、多くの生徒が難しく感じたようである。その結果、「⑦今年の秋の A-lympiad 予選に参加したいか」に対しては、半数の生徒が「参加したくない／どちらかという参加したくない」という回答になっている。また、難しくてわからないことが多かったが、他チームからの刺激は多かったようである。

アンケートでの自由記述をいくつか挙げると、

- ・少し問題が難しかった。でも身近なことを数学を用いて考えるのはおもしろかった。
- ・色々な視点からの解決策・分析があって、各班の考え方がよくわかって面白かった。
- ・明確な答えがなく、どれだけ示された条件に近い考えやアイデアを出せるかが重要になってくるため、普段の授業と問われている本質が異なっており面白かった。
- ・初めは問題が難しすぎてどうなるかと思ったけど、必死で情報を集めて考えると意外と良い案ができて、終わってみると楽しかったな、と思った。確実に思考力や計算力がついたと思う。
- ・何が求められているかは分かったが、どうしたらしっかりと解答できるかまでに至ることができなかった。
- ・A-lympiad の問題は難しい。仲間の大切さが改めて理解できた。
- ・正直全然内容を煮詰めることができておらず、ひどいものになったと思う。あと2, 3時間は欲しい。自分には向いていないなと思った。
- ・班によって完成度にバラツキがあるし、同じ班内でも実際に作業をするのは1, 2人になってしまう。ただ、授業ではできないことを勉強できてよかった。
- ・数学が苦手な人にとっては苦痛だった。

肯定的な意見・感想から、批判的なものまで様々あった。全体的には「難しかったが、おもしろかった」、「最初はわからなかったが、グループで協力して取り組んだことで徐々に理解できた。解決策が見つかった」、「身近な問題に数学を活用する大切さを知った」という意見が多くみられた。

このアンケートに対して、ほとんどの生徒が記述による回答をしているので、今後の取り組みの参考になる。授業7時限に加え、その倍以上の時間をかけて課題に取り組んでくれた生徒諸君に感謝したい。

### (5) 教材化へ

A-lympiad の予選は、コンテストの時間が7時間である。これまでの参加者の状況を見ると、最終課題まで解答できずに終了したり、到達できたとしても形だけの解答に終わっている感じがする。予選問題は予備課題から最終課題までを解答することによって、現実社会における身近な問題を考察することになっている。これらすべてを教材として扱おうとすると、今回のように授業時間として少なくとも7～10時限の時間を確保しなければならない。それでも今回のアンケートにあるように、「もっと時間がほしい」という声がたくさんある。一部分だけを取り上げることは、コンテストの趣旨とは異なるかもしれないが、限られた時間で取り組める教材を考えるのであれば、予備課題だけでも現実社会の問題を考える題材になりうる。残りの応用課題や最終課題は、興味がある生徒が自主的に取り組む課題として設定するのが適当であろう。A-lympiad の他に、現実社会の問題を取り扱う数学問題が他にもある。オランダの全国共通テストなどは、その例である。現実社会に起こる身近な問題を、数学の問題にすることは難しい。オランダなどですでに作られた問題をアレンジして教材を作成し、数学を思考の道具として利用する機会を提供することによって、SDGsに協働的に取り組む姿勢が生徒に身につけていく。このような教材を蓄積して、これからの数学教育に活かしてほしい。

### 3. ICT を活用した取り組みについて

今回の授業実践の報告では、英語力を養うことを目標の1つと考えて、英語教師とのコラボレーションで実践した授業についてであった。

一人1台端末が利用できる状況では、英文で与えられた課題に対して、それとは違ったアプローチの仕方があるのではないかと考えた。各人の英語力の違いによって取り組み方が異なると思われるが、どちらかと言えば英語力に不安を感じている生徒に対してどのような解決方法

および授業での取り組みが可能であるかについて試みた。

数学としての協働的な活動については2の授業実践で述べた通りである。

ここでは前半部分の英訳について、ICTを活用した取り組みを報告する。

#### (1) Google を活用した英訳

国内予選では、A-lympiad の問題はペーパーで与えられる。その環境に合わせて、取り組むことを考えた。

問題に関することをチームのメンバー以外に質問をしたり、助言を求めたりすることが禁止されていて、それ以外は何を使用しても構わないという環境である。

ここでは、2020年の予選問題 Jump in Amherhavn<sup>1</sup> を、次の手順で英訳した。

- ① 問題を1ページずつスマホで撮影する。  
今回の撮影には iPhone SE を使用した。
- ② 撮影された画像データ（全部で7ページ）は個人のクラウド内に保存されているので、パソコンを使ってその画像データを Google ドライブにコピーする。
- ③ Google ドライブにコピーされた画像データ (jpg) を1ページずつ Google ドキュメントで開く。1ページを変換するのに5～10秒ほどかかる。これはPCの性能にもよる。
- ④ Google ドキュメントで開くことによって、画像データのテキスト部分が文字データに変換される。
- ⑤ 変換された英文の文字データを紙1ページ相当分をまとめて Google 翻訳にコピー＆ペーストして、英文を日本語に訳す。

この作業を7ページ分繰り返し行うことで、英文の問題が日本語に翻訳される。

#### ① Google ドキュメントの OCR 機能としての精度について

- ① 1ページ目はタイトルのページ。このページは英文が2行で正確に変換された。ただ、

変換する必要がないジャンプ台の写真に写っている文字列も変換された。この文字は斜めに撮影されているため正しく変換されなかった。

- ② 2ページ目は本委員会のメンバーの氏名と所属についてのページ。このページはミスなく変換された。
- ③ 3ページ目は課題に取り組むためのアドバイスのポイントが書かれたページ。カッコ（と行頭文字- が2ヶ所抜けていた。計3ヶ所の文字が抜け落ちるミスがあった。
- ④ 4ページ目から問題が始まる。このページは課題に取り組むにあたっての前書きと予備課題1, 2がある。6×7のマスの表を除くと、下線が2ヶ所抜けている点と、大カッコ [ ] が小カッコ ( ) に変換されていた点にミスがあった。下線については、罫線と同様に変換されなくても仕方がない。
- ⑤ 5ページ目は予備課題3, 4, 5の一部が記載されている。このページは6×8の表の中の2文字が誤変換されていたこと、表の枠線が縦棒または1と認識されて4ヶ所誤変換されたこと以外、本文中の英文はすべて正確に変換された。
- ⑥ 6ページ目は予備課題5の大部分と予備課題6が記載されている。このページは6×10の表があるが、配置はずれていたが、表内の数字や文字はほとんど正しく読み取られていた。1ヶ所9eがgeと変換されていた。本文中の英文はすべて正確に変換された。
- ⑦ 7ページ目は最終課題が記載されている。このページには表などはなく、すべて英数文字で、それらは正確に変換された。

全体を通して、表や画像を除き本文中の英文で見ると、単語数は1626語、文字数は行頭文字などを含めて8049個（ただしスペースは除く）である。このうち誤変換は、大カッコ [ ] を小カッコ ( ) と認識したところ1組、カッコ (、行頭文字- が2個の3ヶ所が抜け落ちた

ことだけで、あとは正しく認識して変換された。ただ、改行はほとんど行われず、スペースに続けて文字列が続けて記述されている。

OCRの英数字に対する認識精度は極めて高い。認識率は $8044/8049=0.9993788\dots$ で、99.94%である。

## ② Google 翻訳の精度について

Google 翻訳を利用して、1ページごとに英語を日本語に訳した。その訳原稿をもとに、英語担当の教員が見直した。

タイトルとメンバーを記載した2ページについては省略する。

3ページ目の課題に取り組むためのアドバイスの項目では、「If you divide up tasks, discuss the results with each other after every assignment.」を「タスクを分割する場合は、割り当てごとに結果について話し合います。」と訳している。前後の文章を考慮すれば「課題を分担する場合は、それぞれの課題が終わったあとで、お互いにその結果について議論しなさい。」と訳するのがいいだろう。1ページずつまとめて翻訳にかけているが、前後の文章を考慮した訳になっていない。

極端なのは、予備課題1の前に書かれた英文(p3)「The highest and lowest marks are deleted, so that a maximum of 60 points can be awarded by the jury. The jury points are accurate to half points.」の訳である。この2つの英文にjuryという単語が出てくるが、一方は審査員、他方は陪審員と訳されている。すぐに違うことに気付くが、翻訳の精度として前後の流れとは関係なく訳されていることがわかる。

最終課題のページで「it must remain a real race, the sporting performance must be leading for determining the result;」を「それは本物のレースであり続けなければならない、スポーツのパフォーマンスが結果を決定するためにリードしていなければなりません。」と訳さ

れている。直訳されているので、この意味を間違えて解釈をしてしまうと、最終課題の結果に大きく影響する。

Google 翻訳の精度について、数値的な評価を与えることはできないが、それなりに意味が通じるように変換されている。細かな部分について、意味の取り違いを起こす可能性があるところが数ヶ所あるように感じた。問題解決にあたって、問題文の読み違いは致命傷になる。実際に生徒達が取り組んでいるのを見て、意味を取り違えたために、求める解答と違うものを求めているグループをいくつも見ている。最後の細かな部分については、やはりある程度の英語力が必要である。

今後は、翻訳機能の精度が更によくなるであろうから、自分の力だけでなく ICT を如何に活用するかという視点においても、このような取り組みを授業で行うことは、協働的な学びや ICT 活用力の育成という観点でも必要なのではないだろうか。

#### 4. おわりに

授業実践の報告では、このような問題に慣れていないことで難しいと感じる生徒が多かったように感じる。高等学校において、令和4年度より学年進行で新学習指導要領が実施される。この改訂では、教育課程の編成にあたって、教科等横断的な視点に立った資質・能力の育成が求められている。そこには、言語能力、情報活用能力、問題発見・解決能力等の育成がある。種々の教科に「探究」という科目が設けられたり、総合的な探究の時間が設けられたりしている。ここで求められている力が A-lympiad の問題に取り組み、問題を解決しようとすることによって養われると言って過言ではない。

金沢大学が主催して行っているコンテスト「日本数学 A-lympiad」で出題された過去の問題や Mathematics Alympiad のサイトに掲載されている英文の問題をダウンロードして利用することができる。ICT を活用して英訳する方法

での授業実践は行っていないので、どこかの中学校や高等学校で取り組んでみてほしいとも思う。

数学において現実社会に対応できる学力がますます求められるようになってきている。このような問題に積極的に取り組んでいくことが、そのような力を養うことであり、表現力を豊かにすることであろう。

#### 【参考】

- [1] Jumping (for joy in) the queue  
Math Alympiad. Preliminary 2017-2018  
<http://www.fisme.science.uu.nl/publicaties/subsets/alympiad/>  
(order 「Publication Date」により 2 of 4)
- [2] Jump in Amherhavn!  
Math Alympiad preliminary 2020-2021  
<http://www.fisme.science.uu.nl/publicaties/subsets/alympiad/>  
(order 「Publication Date」により 4 of 4)
- [3] 日本数学 A-lympiad  
[https://www.kanazawa-u.ac.jp/contest/a\\_lympiad](https://www.kanazawa-u.ac.jp/contest/a_lympiad)  
(金沢大学ホームページより)
- [4] 高等学校学習指導要領  
(平成 30 年 3 月告示) 文部科学省
- [5] 川谷内哲二・真木啓生 (2020)  
SDGs に協働的に取り組む授業実践  
— A-lympiad 予選問題を教材として —  
金沢大学附属高等学校 高校教育研究  
第 71 号 33-48