

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 —

数学科 川谷内哲二

英語科 真木 啓生

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コンテストである。その予選問題を教材として授業を行った。問題文が英文であるため、数学科教員と英語科教員が協働で取り組み、問題の解決からグループ発表まで7時間をかけて実践した。生徒の活動の様子を観察し、作成したレポートとスライドをもとに行われたグループ発表を評価した。アンケート調査の結果から、現実社会の問題解決であるため、解き慣れていないこともあって手こずっていたが、興味を持って取り組むことができたこと、グループ間の相互作用が期待できることがわかった。

キーワード：現実世界 問題解決 協働学習

1. はじめに

Math A-lympiadは、オランダのユ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む、レポートを作成し英語でプレゼン等を行う。

2022年度から実施される新学習指導要領におい

て、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授業を実践してみた。日本数学A-lympiadでは、問題文は英文で与えられ、提出するレポートは日本語で作成することになっているので、授業もその形式に従うこととした。そのため、数学科教員と英語科教員が協働で授業を実践した。今回はその報告である。

2. 研究の内容

(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て行われ

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時まで提出。

複雑な数式，絵や図などは，手書きで作成し，その写真を貼付可。

書式はA4縦置き横書きで，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。

- *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) 授業に使用する予選問題の概要

国内予選は，参加国の定めた日で開催されるので，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時間当たり通過する車の数），スピード（時速），密度（1km当たりの車の数）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】

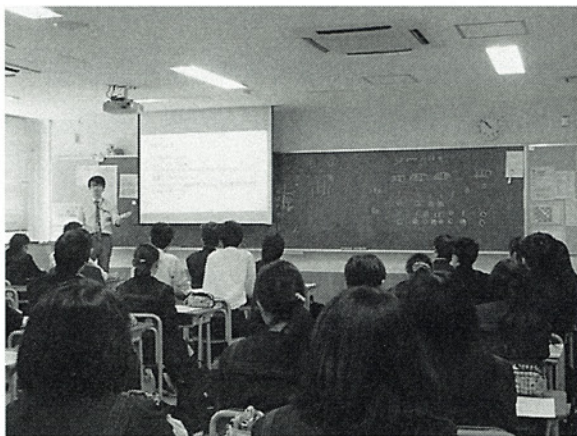
1グループ4名によるグループ活動で，各クラス10グループで活動した。グループの分け方は，教室の座席に従って作成した。

【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。

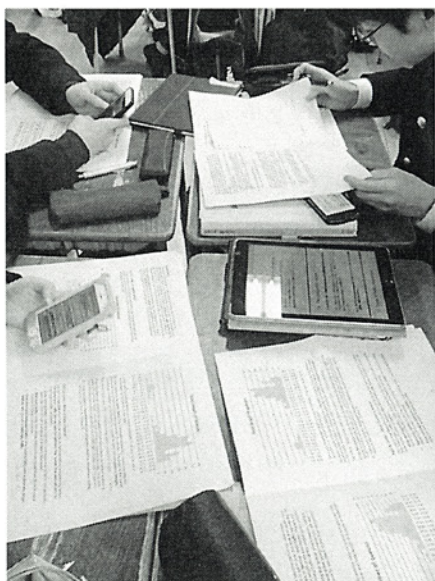


②予備課題の取り組み（2時限）

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）

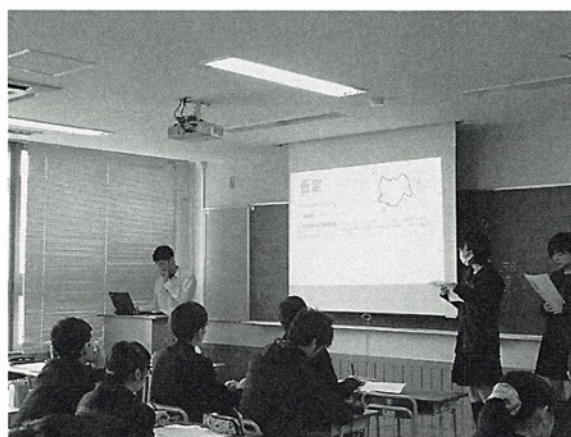
グループ別活動で、問題の解法について検討し、レポートを作成する時間に充てた。実際は、②でやり残した課題への取り組みと最終課題の解法の検討で2時限を使い切り、レポートおよび新聞記事の作成は、放課後の課題として取り組んだ。



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グループ出入りを含めて10分以内とした。2クラスは2時限で終わったが、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、以下の通りである。

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(自信がない) 1～5 よい(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。問題の意味は大體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わかったが、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、それを今後の取り組みの参考にしていきたい。授業の7時間に加え、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である。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ようになっている。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で、SDGsに協働的に取り組む姿勢が生徒に身についていく。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いきたい。

(6) 英語科教員からの視点で振り返る

①A-lympiad×英語

数学の先生のお誘いで、問題内容の確認というかたちでA-lympiadに携わらせていただいた。72回生1年生の授業内で、過去問の内容を確認した。本稿では授業の裏側についてふりかえる。

②和訳

通常授業（コミュニケーション英語）で、和訳の確認をすることはない。生徒に「和訳ができること」と「本文を理解すること」を混同して欲しくないためである。特に、A-lympiadの場合、解答が求められているので、生徒の目的は「出題意図」を正確に理解することになる。どれだけ正確に和訳できたところで、出題意図がわからなければ意味がない。そのため、授業では逐語訳ではなく、要旨を確認することに徹底した。日本語要約をパワーポイントでスクリーンに投影し、その上で「つまりここでは何が問われている？なにをすればいい？」を問いかけ

た。問いかけに対する生徒の反応が悪い場合は周囲で確認させ、改めて問いかけた。

③専門用語

術語の扱いには苦勞した。例えば、今回の過去問では、Free flow, Slow moving traffic, Stationary traffic, Slow moving to stationary trafficなどの用語が出てきた。NEXCO西日本のHP (<https://www.w-nexco.co.jp/>) を参考に、「渋滞なし：遅延なく走行できる状態」「低速走行状態：2 km以上に渡って25~50km/hでしか走行できない状態」「停止状態：2 km以上に渡って25km/h以下でしか走行できない状態」「交通集中状態：広範囲に渡って低速走行と停止が混在している状態」とした。ただし、英語定義に近い日本語用語を当てはめているだけなので、A-lympiadの定義とNEXCO西日本の定義はずれることになる。出題内容によっては術語の訳の取り扱いに注意が必要になるかもしれない。必要に応じて学術用語集などを活用すると良いだろう。

タイトルの“Jumping (for joy in) the queue”は「列に割り込む」と「嬉しくて小躍りする」のダブルミーニングである。こういったことば遊びも課題に対するモチベーションに重要だろう。

④全文訳

本来は必要ではないが、それでも安心材料として全文訳を欲する生徒もいる。オンラインの無料自動翻訳サービスを活用するのも一つの手だろう。最近「みらい翻訳」を試しに使ってみたが、驚くほど自然な日本語訳に訳される。しかし、こういったアルゴリズムかはわからないが、曜日などが入った文を翻訳にかけると、誤訳が生じることがある。最後は自分の目で確かめる必要がある。

3. おわりに

本校生が取り組んでいるコンテストに、日本数学A-lympiadの他に、IM²C（国際数学モデリングチャレンジ）がある。このコンテストは、4名のチーム

で、現実社会に起こる身近な問題を数学的に解決するもので、A-lympiadとよく似ている。ただ、コンテストは連続する5日間で行われ、問題は英文で、提出するレポートは日本語で作成する。選考の結果、選ばれた2チームのレポートは、日本語で作成されたレポートの内容に忠実に英訳し、後日大会本部（アメリカ）に送付される。以前の問題は、問題文が長たくさんの資料が添付されていたが、最近の問題はA4用紙1枚程度で、シンプルであるが、非常に取り組みにくく、難しい。

新学習指導要領では、豊かな創造性を備え持続可能な社会の創り手となることが期待される生徒に、生きる力を育むことを目指すに当たって、各教科・科目等の指導を通して、知識・技能の習得、思考力、判断力、表現力等の育成、学びに向かう力、人間性等の涵養を実現しようとしている。ここで取り組んでいるコンテストは、これらの力を養う機会を提供しているといっても過言ではない。このコンテストの問題を教材として活用することで、これまで行ってきた授業を、さらに充実させることができると思われる。コンテストの問題を具体的にどのような教材として扱うかが今後の課題であるが、このような問題に積極的に取り組み、授業に取り入れていきたい。

注：

- 1) Jumping (for joy in) the queue
Math A-lympiad. Preliminary 2017–2018
<http://www.fisme.science.uu.nl/publicaties/subsets/alympiad/>
(order「Publication Date」により選択可)
- 2) 第1回 日本数学A-lympiad実施要項
https://www.kanazawa-u.ac.jp/contest/a_lympiad/a_lympiad-bosyu2018
(金沢大学ホームページ)

“Jumping (for joy in) the queue”



Preliminary round assignment for the 29th Mathematics Olympiad –
November 17, 2017

Colophon

The Mathematics Olympiad (Wiskunde Olympiade) is an initiative of the Freudenthal Institute, Utrecht University. The Olympiad committee is responsible for the organisation of the Olympiad and for producing the assignment.

The committee consists of:

Eric van Dijk
Lorentz Casimir Lyceum Eindhoven

Tom Goris
Fontys Lerarenopleiding, Tilburg

Dédé de Haan
Freudenthal Institute, Utrecht & NHL Hogeschool, Leeuwarden

Senta Haas
Städtisches Gymnasium Hennef, Hennef, Duitsland

Jacques Jansen
Strabrecht College, Geldrop

Kim Kaspers
Murmellius Gymnasium, Alkmaar

Johan van de Leur,
Mathematisch Instituut, Universiteit Utrecht

Ruud Stolwijk
CITO, Arnhem & Vrijeschool Zutphen VO

Monica Wijers
Freudenthal Institute, Utrecht

Secretariat:
Liesbeth Walther en Mariozee Wintermans
Freudenthal Institute, Utrecht

The Olympiad is supported by:

Ministry of Education, Culture and Science (OCW)
CASIO, Amstelveen
Texas Instruments, Utrecht

Guide for the preliminary round assignment for the 2017/2018 Mathematics Alympiad

This Mathematics Alympiad assignment consists of three parts: part 1 (part 1a and part 1b, with seven initial assignments), part 2 graphical representation (with four assignments) and part 3: Application (with an assignment and a final assignment). The (initial) assignments from parts 1 and 3 serve as a run up to part 3: all the knowledge and insights that have been acquired in these assignments will be needed to successfully complete the final assignment!

General advice for working on this assignment:

- First read the full text of the assignment so you will know what you have to do.
- Keep an eye on the time you spend on the initial assignments; take plenty of time for part 3, at least three hours. If you divide up tasks within your team, discuss the results with each other after every assignment.
- For many of the assignments, it may be a good idea to first try out a numbers or calculation example to better understand the assignment.
- If you adapt certain approaches, methods or procedures while working on the assignments, describe your adaptations in your report and include why you made them.
- It may be a good idea to use Excel or another spreadsheet program for this assignment.

Handing in:

- The final assignment
- The (initial) assignments 1 to 11 as well as the analysis assignments as attachments

The jury will receive a digital copy of your work. If you have any appendices with your work, hand in everything in a zipped folder. Include the name of your school *and* your own names in the file name.

Judging:

These are some of the points that will be considered:

- Legibility and clarity of the final assignment;
- How complete the work is;
- The use of maths;
- The argumentation used and justifying choices that have been made;
- The depth to which the various assignments have been answered;
- Presentation: form, coherence, legibility, illustrations and use of appendices;
- (Mathematical) creativity in your elaboration of the assignments.

Have fun and good luck!

Introduction

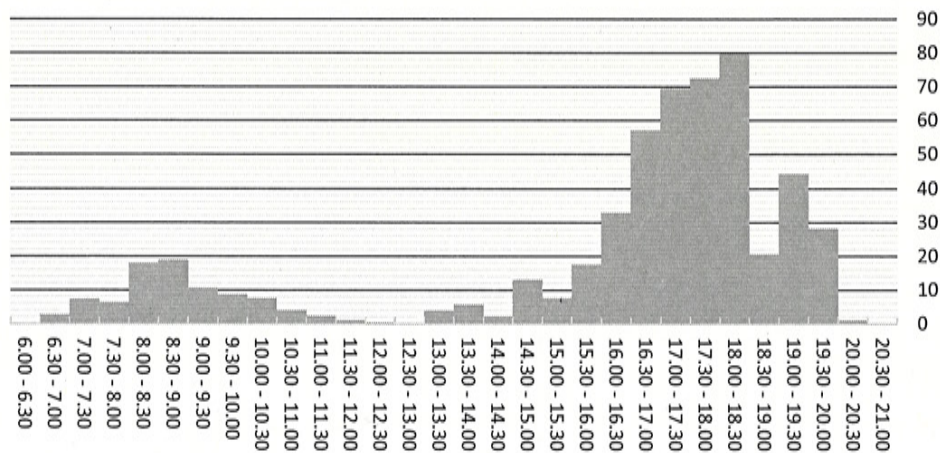
Queueing on the motorway. Traffic jams have become part of our daily lives, especially around larger towns. No one wants to be in one, but time and again most people will choose to do so after all. This leads to familiar radio traffic reports like "At the moment there are 12 queues with a total length of 44 kilometres. There's a 2 kilometre tailback of slow-moving and stationary traffic at the Ambergroen junction."

In this Olympiad assignment you will examine the 'queue' phenomenon, using a number of 'technical terms'. Through several initial assignments you will learn to handle these terms. Eventually you will have to use them in the final assignment.

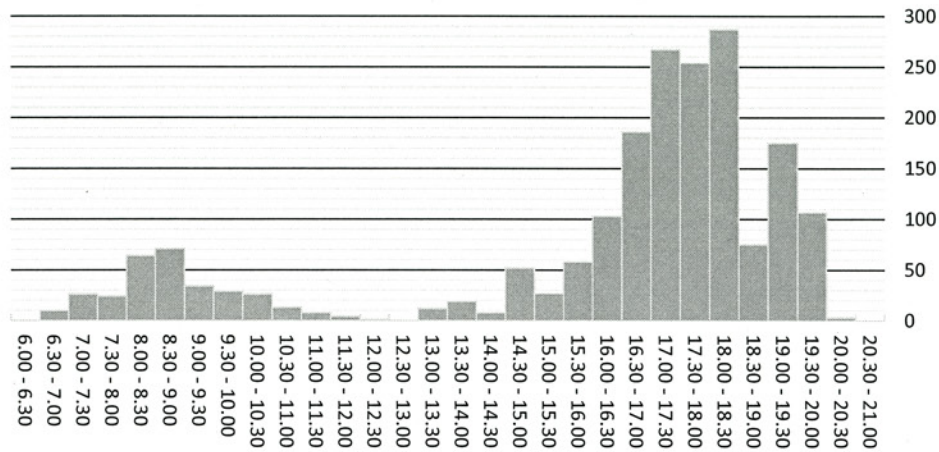
Part 1a: Initial – congestion weight

On the website of the Amberhavn traffic service data on queue formation are kept. Below you can see graphs for the number and total length of queues in Amberhavn on October 5 of this year.

Number of queues



Total length of queues



1. What was the average length of a queue between 17.00 and 19.00 hrs in Amberhavn on October 5 of this year?

Not every queue is the same. Being in a 3 kilometre queue for 2 hours, is a different experience than being in a 6 kilometre queue for 20 minutes. The length of the queue in kilometres, multiplied by the duration in minutes is called the **congestion weight**.

The rule is: length queue (km) × duration queue (min) = congestion weight

While the graphs do not allow you to read off how long a particular person spent in a queue of a particular length, you can read off that for example between 14.30 and 15.00 hrs there was a total of around 50 km of traffic jam (divided over 13 queues).

2. Using both graphs, determine the total congestion weight in Amberhavn during the evening rush hour on October 5.

Part 1b: Initial – When is there a queue?

We refer to **free flow** when traffic can move on the road without experiencing delays. The Amberhavn Traffic Service uses the definition that 'queue' is a catch-all term for three types of traffic congestion:

- **Slow moving traffic:** traffic that does not move faster than 50 km/h, but generally faster than 25 km/h, over a distance of at least 2 kilometres;
- **Stationary traffic:** traffic that almost entirely moves slower than 25 km/h over a distance of at least 2 kilometres;
- **Slow moving to stationary traffic:** slow moving traffic over a generally longer distance, with 'groups' of stationary traffic.

To be able to reason for yourself what factors you need to take into account for a queue to develop, we will look at an exemplary road. At night the road is mostly empty and there is no queue. Every car has enough room to drive at the maximum legal speed, without experiencing congestion. If more cars are added, this is often still the case – though there is a limit, namely when there are more cars than the road can "handle".

Which factors do play a part in determining when a queue will form? We name some that you might take into account:

- **intensity (I):** this is the number of motor vehicles per hour that passes a specific point in the road. We call the maximum value for intensity **capacity**;
- **Speed (v):** this refers to the average speed of all motor vehicles on a stretch of road, in kilometres per hour;
- **density (D):** this is the number of motor vehicles per kilometre on a stretch of road.

3. Reason that the following is the case: $\frac{I}{D} = v$

First use one or more test calculations to have some idea!

To become a bit more familiar with these concepts, we will do some calculations with them at first. We will use as an example a 20 kilometre road from A to B with one lane in both directions. This road has a capacity of 2200 cars per hour: this means that a maximum of 2200 cars per hour can drive from A to B without the traffic congesting. The following questions all involve this road from A to B.

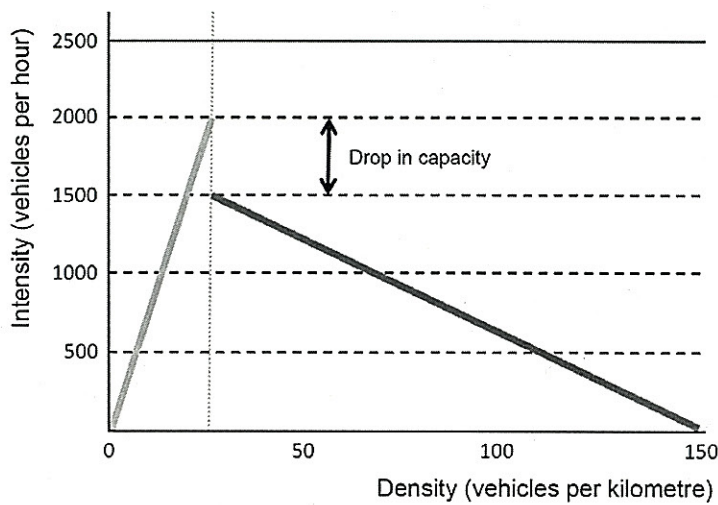
4. Assume an average speed of 120 km/h. If 2000 cars per hour drive from A to B (so $I = 2000$), calculate the average amount of room each car has available.
5. How much room is available per car, when the capacity (2200 cars per hour) is reached?
6. If there is a queue where all cars are at a virtual standstill, the cars can stand "bumper to bumper". Make a realistic assumption for the length of a(n average) car and use it to calculate the average speed in a queue where cars are "bumper to bumper".
7. Give an example of an intensity that is impossible on the road from A to B and of the accompanying (impossible) speed.

Part 2: Graphical representation

There is a difference between road capacity in "free flow" and road capacity when there is congestion. The graph below represents a linear approach of the relation between density and intensity.

The **left branch** of the graph represents the relation when there is "free flow". The speed is constant, and density and intensity increase from left to right.

The **right branch** represents the relation when there is traffic congestion and delay, with the density increasing and the speed decreasing from left to right.



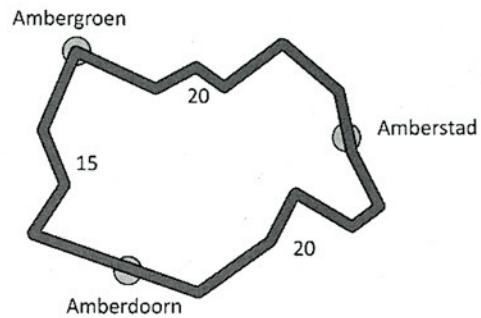
The graph shows that for many intensity values there are two different density values: one for "free flow" and one for "congestion". Each of these different densities will also have a (different) speed. Based on the relation between speed, density and intensity from assignment 4, you can change this graph into graphs that show the other mutual relations, for example the one between density and speed.

8. In the graph you can see that for a density of 25 vehicles per kilometre, the intensity drops back. Calculate the accompanying speeds, and describe as clearly as possible what the drop in capacity means in this case.
9. Change the given graph into one that shows the relation between density and speed.
10. Change the given graph into one that shows the relation between speed and intensity.
11. Indicate as clearly as possible how to calculate the capacity of a road based on I , v and D .

Part 3 Application

Here you can find a road plan in the Amberhavn region, with the distances between the cities of Ambergroen, Amberstad and Amberdoorn in kilometres.

Below you will find the numbers of cars travelling between these cities on a week day in the morning and evening rush hour. We assume that there is one lane per direction with a maximum speed of 80 kilometres an hour.



Morning rush hour

From\to	Ambergroen	Amberstad	Amberdoorn
Ambergroen		2000	3000
Amberstad	1500		1500
Amberdoorn	4000	1200	

Evening rush hour

From\to	Ambergroen	Amberstad	Amberdoorn
Ambergroen		5000	6000
Amberstad	4000		1500
Amberdoorn	1000	1800	

Assignment: Analyse the bottlenecks in this road network.

Investigate where and when on this road network there is the largest risk of stationary traffic and delays, and how you can improve the flow of traffic. You may construct up to 30 km of extra roadway. Make use of the graphs from the initial assignments to estimate the number of cars that passes a specific point during a specific interval of time. Reason out what the intensity and density of the (current) roads will be. Also look at whether there is traffic. Use this analysis as a basis for the final assignment.

Final assignment: Newspaper article

Write a newspaper article focusing on the traffic problem in this road network. You will use the graphs from the part "Graphic representation", providing an explanation so that the reader will understand what he or she can read from the graph. You will also use at least the term congestion weight. In addition, you will also provide at least one possible solution for the congestion problems in the road network (using the option of building extra roadway). You will provide a foundation for your solution(s).

Alympiad, Alympiad, Alympiad, Alympiad, Alympiad, HEAH!!!

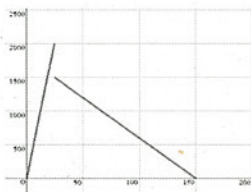
Jumping (for the joy) in the queue



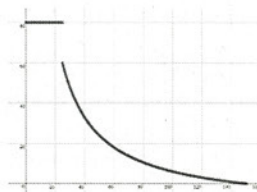
Amberhavnでは平日の朝夕に起きる渋滞が問題となっている。朝ラッシュの時間を2時間、夕方ラッシュの時間を3時間であると考える。また、Amberhavnの法定速度は80km/hである。下の表はそれぞれ朝夕の車の交通量を示している。

停止状態を2km以上に渡って25km/h以下でしか走行できない状態と定義すると、左のグラフから、密度が以上となったとき速度が25km/h以下となってしまうので、停止状態に至る危険があることがわかる。

渋滞に巻き込まれている間の負担をThe congestion weight (渋滞の長さ×渋滞にいた時間の積)で考える。こうすることでより正確な負担を図ることができる。



D-Iグラフ



D-Sグラフ

解決案② ペースメカ
車の余地を一定に保つ
車を数台、渋滞が起ころ
前の道路に投入し、後続
車が渋滞するのを防ぐ。



解決案①
左上、左下のグラフから、最も渋滞が起ころやすいのはAmberstad-Amberdoorn間であることがわかる。次にAmbergroen-Amberstad間で渋滞が起ころやすいとわかる。よって、左図の点線の位置に新たに道路をつくり、24.6km合計拡張させることで渋滞を緩和させる。

Morgen

From/To	Ambergroen	Amberstad	Amberdoorn
Ambergroen			2000
Amberstad	1500		1500
Amberdoorn	4000	1200	

Avond

From/To	Ambergroen	Amberstad	Amberdoorn
Ambergroen		5000	6000
Amberstad	4000		1500
Amberdoorn	1000	1800	

Editor
T.Yamagishi Terayama Maruo K.Yamagishi

19.25
3
20

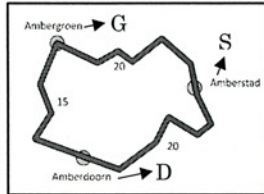
ラッシュ時の深刻な渋滞

A-lym エーリン piad 新聞

発行所: 1B3 班
発行人:

三十九時間。これがなんの数字かわかるだろうか。この数字は、オランダの運転手が一年間で無駄にしている時間の平均だ。これは世界で二番目に深刻な状況だ。今回はそんなオランダの渋滞問題について考えていく。

今回考えていくのが左の頭にある3つの都市についてだ。HはAmbergreenをG、AmberstadをS、AmberdoornをDとする。

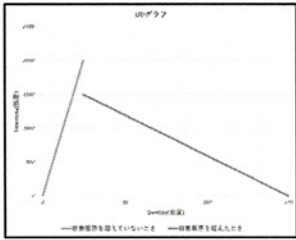


Hは強度、密度、速度という値を使っていく。強度と密度と速度とある一定の場所を一定の時間に通過した車の台数のことだ。この最大値を容量限界とすることにする。密度と強度と速度とある一定の区間を通過した一キロメートルあたりの車の台数だ。

また密度で強度を割ると(車数×時間)÷(車数×長さ)ということになり、これは(車数×時間)×(長さ×車数)÷(長さ×時間)つまり速度となる。この三つの値を用いて考えていく。

道路の容量限界は車間距離と車の長さ、道路の長さ、車の平均時速を用いて計算することだ。求められる。実際に求めると容量限界は二千台だった。

そこで容量限界が同じく二千台で、その時の平均時速が八十キロメートルである道路における強度と密度の関係を表したグラフを用いて考える。(下のグラフ)



強度と密度のグラフでは左の直線が渋滞なしの状況で時速は八十キロ、右の直線は容量限界に達している状態であるとわかる。グラフから読み取った値と現在わかっている朝と夕方のラッシュ時における都市間の道路上にいる車の台数をまとめたものが下のグラフだ。ラッシュアワーは二時間とした。速度の欄で塗りつぶされているのは停止状態になっている場所だ。負の数のところはゼロであるとした。(GS間=GからSへの道路)

道路の拡張で解決

このように現状では六ヶ所が渋滞している。これを解決するために道路を三キロ拡張できる。どの道路を拡張するかを十二のパターンに分けて考えた。(筆者が適当に考えたもの) 拡張する分の長さを右下の表の長さの部分に足して計算してみた。すると、パターン十二のときに停止状態の場所が四ヶ所になった。(パターン12はGS間を12.5km, GD間を17.5km 拡張したもの)

また渋滞負荷という渋滞の長さに時間をかけたものの総和を計算してみると拡張する前の値は朝と夕方をあわせて一万二千六百だったのに対して拡張後は八千四百になっていたので改善できたと考ええる。

朝(台数)	夕方(台数)	長さ(km)	強度(朝)	強度(夕)	密度(朝)	密度(夕)	速度(朝)	速度(夕)
GS間	2000	5000	1200	300	50	125	24	24
SG間	1500	4000	1350	600	37.5	100	36	36
SD間	1500	1500	1350	1350	37.5	37.5	36	36
DS間	1200	1800	1440	2000	30	45	48	44.4
GD間	3000	6000	600	-600	100	200	6	-6
DG間	4000	1000	200	1400	133.3	33.3	1.5	42

パターン12の時の速度

朝	夕方
46.5	11.4
66.0	17.3
36.0	36.0
48.0	44.4
27.0	7.5
17.3	105.0

パターン12の時の拡張イメージ図

道路の拡張よりバス

今、現在道路を走っている自動車の多くが自家用車だろう。なので道路の拡張に使われる予算をバスの購入に使えないだろうか。

今回は、一台の車に一人乗っているとすると、アルピコ交通によるとバス一台の値段はは二千万円ということなので三十億円で五百五十台買えることになる。一台のバスの定員が五十人なのでそれを超えないように、今回はそれぞれの道路において全体の人数のうちの二十%がバスに乗ることとしたとする。バスの表定速度が時速十〜二十キロほどだとされている。周遊バスのような形にするとラッシュアワーの二時間の間に二つの都市間を運行できる。バスは時計回り反時計回りで同じ台数使うと考えると計算するとそれぞれの道路における速度は左のようになる。停止状態の道路は五つに減っているが上で紹介したパターン十二にはかなわなかった。もちろん維持費や運転手などについての問題はあると思う。しかし、広告料を取るといった方法で解決できると思う。道路を拡張するのイメージが渋滞を程よく解消し、環境にも優しいバスの購入という方法はどうだろうか。

	朝	夕方
GS間	33	6
SG間	48	11
SD間	48	48
DS間	63	56
GD間	11	0
DG間	5	56