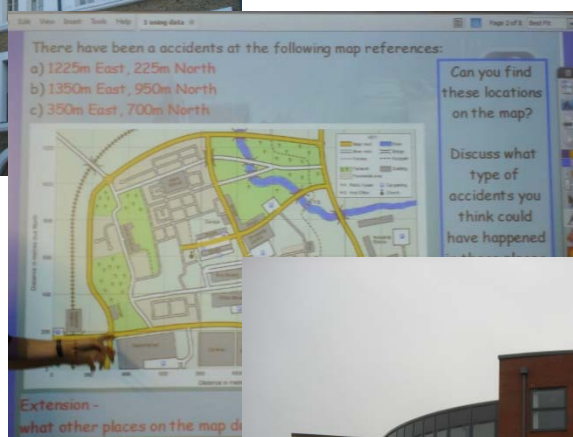


Bowland Maths に関するイングランド実地調査

(2010 年 11 月 15 日～19 日)



11 月 15 日 (月)

Newlands Girls School <http://www.newlandsgirlsschool.co.uk/about-the-school>

ニューランド女子校は、パディントン駅から地下鉄で 20 分ほどの Maidenhead にある公立の女子校である。この学校は、下右写真のように、地域的にはレベルの高い保護者が多く、テクノロジーのスペシャリスト校でもあるが、多様な生徒を受け入れている。



Bowland Maths を用いた、次の 4 つの授業を観察した。習熟度別で授業をしており、Set の後の数字が小さいほど習熟度が高く、Set 1 はもっとも習熟度が高いクラスである。

No	Time	Teacher	Bowland Maths	Year and Set
1	9:05-10:05	Julienne Love	Product Wars	Year 9 Set 2
2	10:05-11:05	Katie Harper	Highway Links	Year 7 Set 1
3	1:05-2:05	Lucy Chapman	Mystery Tours	Year 9 Set 1
4	2:05-3:05	Michele Patterson	Reducing Road Accidents	Year 7 Set 2

No1 の授業

はじめに、DVD 付属のビデオクリップをプロジェクターで見せ、スムージーを開発するという解決の目的を確認した。(スムージーとは、細かく切った果物や野菜を凍らせてものを、牛乳やジュース等とともにミキサーにかけて作るシャーベット状の飲み物である。) その上で、さまざまな材料のカロリーや栄養価のデータとワークシートを配布した(ともに DVD に納められているもの)。教師の「健康的なスムージーは？」という投げかけに対し、「低カロリー」「バランスがいい」などの意見が出された。その上で、カロリーや栄養価の表をインタラクティブホワイトボード (IWB) に表示し、100 グラムで 48kcal のアプリコットについて、18 グラムで何 kcal かを考えさせた。



<http://www.ezaki-glico.net/net/recipe/2007/07/jukucurry46.html>

100 g	48Kcal		100 g	68 Kcal	
50 g	24	÷ 100			÷ 100
25 g	12		1 g	48/100	
18 g		× 18			× 18
			18 g	48/100 × 18	

その上で、360gのスムージーを作るように指示をした。生徒はペアで、どのような味になるかを想像しながらバナナ、ストロベリーなどの材料を選び、それぞれの使用量を決め、電卓を使いながら、総カロリーを求めていった。

授業が始まってから40分たった段階で、生徒を指名し、使用した材料と量、そのカロリーを口頭で発表させた。教師は、IWBで示した表にその答えを入力（右図、DVDに付属）し、もっと総カロリーが少なくなるようにできないかとコメントした。

そして、次のように考えた生徒を指名した。

Water	20	0	0
Peach	150	43	88.5
Marburb	120	21	25.2
Lemon	70	20	14

生徒から声が挙がり、教師は「いい組み合わせ？」と問いかけた。「No」という答えに対して、すかさず「どうして？」と返した。

最後に、総カロリーだけではなく、他の栄養価も計算した上で、自分のスムージーに名前を付けてくることを宿題とした。

Nutrition Facts				
	calories	protein	fat	carbohydrate
100g	kcal	gram	gram	gram
apple	59	0.19	0.35	15.25
apricot	48	1.4	0.39	11.12
avocado	161	1.98	15.32	7.39
banana	92	1.03	0.48	23.43
blackberry	52	0.72	0.39	12.76
blueberry	56	0.67	0.38	14.13
beetroot	43	1.61	0.17	9.56
carrot	43	1.03	0.19	10.14
date	275	1.97	0.45	73.51
fig	74	0.75	0.3	19.18
grape	71	0.66	0.58	17.77
lemon	20	1.2	0.3	10.7
mango	65	0.51	0.27	17
milk (semi-skimmed)	50	3.33	1.92	4.8
orange	63	1.3	0.3	15.5
peach	43	0.7	0.09	11.1
pear	59	0.39	0.4	15.11
raspberry	49	0.91	0.55	11.57
rhubarb	21	0.9	0.2	4.54
strawberry	30	0.61	0.37	7.62
water	0	0	0	0

50g of Smoothie			
Ingredients	no of grams in my Smoothie	kcal in 100g	kcal in my Smoothie
apple	250	59	147.5
grape	250	71	177.5
water	0	0	0
Total	500	130	325

In 100g	65.00	kcal
---------	-------	------

You must use 3 ingredients

Your Smoothie must have less than 60 kcal per 100g

[コメント]

ビデオクリップを利用し、生徒を課題にうまく引き込んでいた。また、教師の投げかけの内容やタイミングがよいこと、それに対する生徒の反応もよいこと、ペアで相談しながら解決を進めることがうまいことにとっても驚かされた。

この課題の目標は、売れるスムージーを開発することであり、DVDは右のような画面でどのような側面から切り込むかを考えさせるようにしている。しかし、本時はそれを用いていなく、課題の全体像を念頭において、カロリーや栄養価について考えていたかに関してやや不安な面がある。なお、360gのスムージーについて考えさせる前に、「100グラムで48kcalのアプリコットについて、18グラムで何kcalか」を考えさせていたが、生徒の解決の様子を見ていると必要なかったと思われる。

[数学的判断力の育成という点から]

数学的判断力に関わる授業である。味の嗜好だけでなく、味とカロリーや他の栄養価のどれを重視するかによっても、「売れる」と判断されるスムージーは異なってくる。すなわち、材料の組合せ以外での多様な判断が生まれる。このことによって、どのスムージーがよいかについての話し合いが、多様で深まりのあるものになると考える。

日本で同様の課題を開発するのであれば、題材は、ミックスジュースやクレープ、お好み焼き（もんじゃ焼き）だろうか。



No2 の授業

このクラスの生徒は、Bowland Maths を使った授業を受けるのは初めてとのことである。生徒は3〜4人のグループになっていた。

IWB には、本時の目標として「グループで上手く作業すること」「数学のスキルを認識すること」の3つが書かれていた。

「バイパスをつくりたい」という問題場面の状況を述べた後、DVD 付属のバイパス建設に反対する住民運動の様子をおさめたビデオクリップを見せた。その上で、バイパス建設にはどのような問題（要因）があるかと投げかけた。生徒は、「環境破壊」「動物」「コスト」などを挙げた。そして、安全、制限スピードなどの要因を示すカード（DVD 付属）を各グループに配布し、それらを重要なものから順に並べるよう指示した。そして、その結果を発表させた。

次に、これまでの考えをふまえ、配布した地図で、バイパスをどこに通すかを決めるよう指示した（授業が始まって25分後）。各グループは、何を優先するか（例えば、森を避けるか、住宅地を避けるかなど）を話し合いながら、バイパスを通す位置を決めていった。中には、折れ線状のバイパスを描いているグループもあった。その間、教師は、グループをまわり、「コストはどのくらい？」「カーブが多いけど、カーブでは速さはどうなるの？」「住宅地のそばを通すと問題はないの？」などの問いかけをしていた（およそ10分間）。

そして、全体で、それぞれの考えに長所短所の両面があることを確認した上で、舗装経費（平地、森林、湿地別）や橋の建設費（/mile）などのコストが記された表（付属）を提示した。さらに、ひもを配布し、それを使い、自分たちのバイパスの総コストを求めるよう促した。地図の距離の単位は km であるため換算が必要である。

最後に、グループごとに、どのようなコンセプトのバイパスで、総コストはいくらかを発表させ、教師はそれと「評価」（あとから確認したところ、その評価は「安全性」に関するもので、カーブの数やライトの設置などをもとに、机間指導中に教師がみとった結果だった）を IWB に書いていった。

[コメント]

No1 と同様、付属のビデオクリップを利用し、うまく生徒を課題に引き込んでいた。また、生徒への助言（揺さぶり）もうまくなされ、それにより、優先する条件とバイパスを通す位置を関連づけることができていた。さらに、生徒の思考の把握も的確で、よいタイミングで次の指示を出していた。ただし、最後の安全性の評価は唐突感があった（授業後、教師もそれを認めていた）。

なお、DVD には、本時の活動を行うソフトが付属しているが、それは用いていなかった。本時の内容であれば、ソフトを利用する必要はなかったと考える。

[数学的判断力の育成という点から]

優先する条件を決め、それに基づいてバイパスの位置を判断していくという点で、数学的判断力に関わる授業である。ケーススタディにあるように、カーブの曲率と制限速度の関係を捉え、それをふまえてバイパスを設計させるようにすることで、一層、多様な判断が生まれる。

No3 の授業

ICTルームで、1人1台のデスクトップコンピュータを利用した。はじめに百分率の計算の復習（60の20%は？、28の10%は？160の5%は？、200の2%は？）をした後、「ミステリーツアー」にログインするよう指示した。この課題では、生徒は顧客が満足するようなツアーを作るコーディネータの立場になる。プリントを配布し、ツアーの条件として「£30,000」「2泊3日」「1日に2カ所」を確認した。

生徒は、コンピュータ画面上の地図の観光地を次々とクリックし、表示される時間や満足度、費用などの情報を読んでいった。しだいに、それらの情報をワークシートに書き出し、表に整理し始めた。複数の観光地の情報を一度に見ることができず、比較しにくかったためと思われる。そして、行き先、宿泊地、出発時刻、到着時刻、1日ごとの費用などを、ワークシートの表に記入していった。その間、教師は一人一人に声をかけていったが、なぜそのように考えたかを問うようなことはなく、教室全体が、次第に、散漫な雰囲気になっていった。

最後に、振り返りを書かせるワークシートを配布し、それを宿題とするとともに、「今日はどうのようなスキルを学んだか」と問いかけた。生徒は、論理（問題解決）、足し算引き算、お金（予算、値引き、追加料金）、グラフ、時間調整や時程を挙げた。

（振り返りの観点）

- どのように改善できたか
- あなたはペアやグループにどのような貢献ができたか（あるいはどのような点が不十分だったか）
- 次にするときは、今日とは違ってどのようにするか など

〔コメント〕

No1の授業と対比してみると、この授業の特徴が明確になる。第一に、No1の授業では、教師の適切な投げかけにより学級全体で問題を解決しているという雰囲気を創出することができていたが、本時は、ある生徒の個別解決や質問を学級全体に紹介したりすることはなく、そのような雰囲気が作れていなかった。第二に、No1の授業では、スモーギーの味を想像しながら解決を進めていたのに対して、本時は、ツアーの中身を考慮している様子は見られなかった。それぞれの観光地がどのような嗜好の客に合うかや満足度が表示されていたが、それはあまり利用せずに、もっぱらコストと時間だけで観光地を選んでいたのである。これは問題場面の違い以上に、教師が解決の目的を十分に押さえること（意識付け）ができなかったことの影響が大きいと考える。作成したツアーをコンピュータに入力し、それに対する評価（コンピュータ診断）を得る段階で、客層や満足度を意識してツアーを修正していくことになるのだろうか。

振り返りをした結果を記述させることや、「どんなスキルを学んだか」と明示的に問うことも特徴的だった。

〔数学的判断力の育成という点から〕

何を優先してツアーをつくるかを決めるという点で、数学的判断力に関わる授業である。作成したツアーの評価をコンピュータが行うことができる点に特徴がある。オープン性に反するという負の面と、修正する活動を実現するという生の面がある。

なお、PISA2003の問題解決能力調査の「休暇旅行」に似たタイプである。

No4 の授業

4人ずつのグループになっていた。

はじめにノートにタイトルを書かせた。そして、交通事故を削減するためにどのようなことができるか、と投げかけた。生徒は、キャンペーンを行う、ポスターを作る、信号機を設置する、ロータリーをつくるなどが挙げた。それらの費用はどれくらいかを、各グループに答えさせた後で、教師がそれぞれの費用を IWB に書いた。

次に、「地図」「警察の事故記録カード」「事故現場の写真」を配布した（いずれも DVD 付属）。カードと写真、地図上の位置を対応づけることが目的であるが、カードに示された「事故の概要」だけで写真を選んでいるグループも見られた。また、10分以上たってから、何をやればいいかを質問しているグループもあった。最後に、それぞれのカードに対応する写真を答えさせ、なぜ、そう判断したかを説明させた。

[コメント]

本ケーススタディの stage1 に当たる授業である。交通事故削減のための方策及び費用を考えることと、事故記録カードと写真を対応づける活動のつながりがなかった。生徒にとって、後者は、何のために行うのかがわからないままだったのである。交通事故を削減するという課題との関係を意識化させる発問が必要だったと考える。また、前者の活動においても、生徒が挙げた費用は活かさず、教師が一方的に費用を提示した点が気になった。

課題の全体像（stage1～4）の把握をせずに、ケーススタディで準備されている活動を行うとこのような授業になる恐れがあると考えられる。すなわち、Bowland Maths はあくまで「教材」なので、よい授業をするには、発問や手立て等の綿密な準備が必要なが伺えた。

[数学的判断力の育成という点から]

予算内で、どこに、どのような対策を講ずるかを、根拠を明確にして決めるという点で、数学的判断力が関わる。（ただし、本時の学習では数学的判断はなされていない。）

インタビュー（Michele Patterson, Head of Maths）

Michele さんは、この学校の数学の教科主任として採用された女性の先生である。イギリスでは、「教科主任」は公募することが多いとのことで、教科の運営だけでなく、教員研修についても責任を負っている。

インタビューの概要は以下の通りである。

3年前に Bowland Maths を見たとき、「すばらしい」「ずっとこのような教材を待っていた」「あとは使っていくのみだ」と思った。1年目は1～2名の教員が、Bowland Maths のいくつかのケーススタディを使用し、2年目に数学科の全教員に Bowland Maths を使った授業をさせた。3年目の今年は、学校として1～2ヶ月に一度は活動ベースの教材を扱うことにしており、その内の60%程度が Bowland Maths である。

① どの程度利用しているか

1～2ヶ月に1つ扱っている。1つの教材に4～5時間を当てているが、生徒が飽きてしまった場合は短くすることもある。教員同士で話し合いながら決めている。

② どのようなときに使っているか（学習している数学の内容に合う教材を選ぶのか、特別な時間を設けるのか）

プロジェクトとして扱っている。ある教材の解決に必要な概念を先に学び、Bowland Maths でそれを適用させ定着させるようにしている。その逆、すなわち導入教材として使うことも今後

試みたいと思っている。できる生徒であれば問題なく取り組めると思う。例えば、「交通事故削減」なら、「統計」を知らない段階で扱うことも可能であろう。

③ 授業で使ったことのある教材は？

7割程度の教材を使ったことがある。ミステリーツアー、商品戦争、エイリアンがよいと思う。ミステリーツアーは1時間ごとに様々な数学の内容を扱える、商品戦争は生徒に身近で興味がわく、エイリアンは代数の導入としてよいからである。

④ どのような目的で Bowland Maths を使っているか？

普通の授業が「短答型」になっていることを危惧している。Bowland Mathsはナショナルカリキュラムの意図やFunctional Skills¹に沿っているし、ナショナルテストに記述が入ることへの対応にもなる。他にも活動ベースの教材を使っているが、Bowland Mathsは創造的で、生徒を一番引きつける。

⑤ 学習形態（個別、グループ）は？

今年からペアやグループでの学習を取り入れた。Bowland Mathsは常にペアかグループで取り組ませている。一人だと何もできない生徒も、そうすることで取り組むことができる。

Bowland Maths 以外にも、ペアやグループでの活動を行わせ始めた。グループの編成は、仲のよい友だちとするか、学力にもとづくかは研究中である。

⑥ 使用後の生徒の評価はどのようにしているか

授業の始めに生徒に知らせる目標について自己評価させる。プロセスが重要であるということや学ばせることも重要である。そうすることで、生徒は「どの答えがいいか」ということをあまり問題にしなくなると考えている。

また、レポートの評価は、ルーブリックは作成せず、コメントを中心にしている。生徒同士でレポートを読ませ、相互にコメントを書く活動をさせることもある。

⑦ Bowland Maths のよさは？

数学を事実としてだけでなく、理解し応用すること、数学が社会の中で使われていることを学ばせることができる。また、生徒の普段の生活に近いところにある題材だから、生徒にとってもおもしろい。このようなよさは、生徒のふるまいや質問の質でわかる。

また、Bowland Mathsは多角的な学びになるので、普通の数学の学習にもよい影響を与えると思う。

教師にとってのよさは、自分で準備しなくてすみ、いいところどりができる点にある。

なお、現実世界の問題は、いろいろな教科で扱っており、数学は遅れている。そのような点でも Bowland Mathsは参考になる。

⑧ Bowland Maths を使ってみてわかった問題点は？

内容カリキュラムとの対応を明らかにするのが難しい。リファレンスがあるとよい。また、評価表もほしい。

➤ 数学の内容が見えにくいことに対する不安はないか。

→必要な部分や扱いが軽い部分を強調しながら指導している

教材の全容を把握するのに時間がかかる。また、教材の難易度と生徒の実態が合わないときに工夫が必要である。

➤ 研究上のエビデンスはあるが、教師の授業力がないとうまくいかないとと言われることがあるが、どう思うか。

¹ <http://nationalstrategies.standards.dcsf.gov.uk/secondary/functionalskills/>

→半分くらいの教員は Bowland Maths に対して積極的、残りの半分の教員もやらなくてはいけないという気持ちはある。日頃の授業は反復練習が中心で生徒にとって退屈なものだと感じていたからだ。また、英語や地理、歴史をはじめとする他教科は、質の高い活動ベースの授業を実現しており、数学だけが取り残されていたからである。さらに、カリキュラムが変わり、評価も 0-2 点の問題から、0-5~6 点の間で得点を与える、すなわち、プロセスを強調した問題に変わりつつあったからである。

あまり積極的ではない教員に、サポートが必要で、使用前と使用後に助言をするようにしている。また、月 1 回のミーティングの冒頭で、毎回、1 人が 5 分ずつ、Bowland Maths に関するプレゼンをするようにしている。そこでの話し合いを通して、しだいに自信をもっていく。Bowland Maths にはワークシートやプランが用意されているので、話し合いがしやすい。この点もメリットである。（外部の研修には行く元気も時間もないと言う教員もいるので・・・）

➤ 教師教育 (PD) モジュールは使っていないか。

→使っていない。ケーススタディだけで十分だし、それを見る時間がない。

11 月 16 日 (火)

午前: St Angela's Ursuline School

<http://www.stangelas-ursuline.co.uk/>

St Angela's Ursuline School は、ロンドン・Liverpool 駅から列車で 10 分ほどにある Forest Gate 駅から、徒歩で約 15 分の所に位置するカトリックの学校である。

下記の Sally Ghattas 先生 (Graduate Teacher Programme² 2 年目の女性) の「Music and Maths. (My Music)」の授業を参観した。



No	Time	Teacher	Bowland Maths	Year and Set
5	9:05-10:05	Sally Ghattas	Music and Maths	Year 9 Set 1

No. 5 の授業

生徒数は 32 名であった。やや狭い教室の正面には、電子黒板が配置されており、本時は、その電子黒板を使って、展開された。

Bowland Maths の教材である「My Music」は、「テンポ」という尺度に注目しながら、様々なジャンルの音楽を数学的に考察する教材である。本授業は、音楽の特徴を数学的な視点から探究するという意味で、「Music and Maths.」というタイトルとなっている。

対象クラスでは、前時まで、Drake や Justine Bieber などといった生徒たちに馴染みのある有名歌手の曲が取りあげられている。それらの曲には、「ラップ」や「R&B」、「ヒップホップ」などと

² 大学院生が Teaching Assistant として働くのをサポートしたり、ある程度の経験を積んで必要事項を満たした大学院生に Teaching の Certificate を授与したりする組織
<http://www.tda.gov.uk/get-into-teaching/teacher-training-options/gtp.aspx>

よばれる様々なジャンルの曲が含まれている。生徒たちは、4～5人のグループに分かれて、「テンポ」や「ビート」という視点から、これらの様々なジャンルの曲の特徴や類似点、相違点を調べている。具体的には、「BPM (beat per minute)」とよばれる「1秒間のビート数」を調べ、それに基づいて曲調を考察してきている。具体的には、15秒間の「ビート数」を3回調べ、それらの平均値を求めながら、各局の「BPM」を求めている。また、コンピュータを使いながら、曲の「テンポ」を変える操作、いわゆる「リミックス (remix)」という操作によって、曲調の変化の特徴も考察している。本時は、その最終段階に位置づく授業であり、各グループによる曲調に関する考察結果の発表とその評価を主たる目標とするものであった。

授業の冒頭では、教師から、「私たちの Music and Maths プロジェクトの成果を発表し、それを評価しよう。」という目標が提示されている。教師からの目標の提示後、5つのグループから順次発表がなされた。生徒たちは、各グループの発表を聞きながら、発表の仕方や内容について相互評価(右図)を行い、その評価をワークシートに記入していた。

授業の最後では、教師が配布したコメント用紙に、来年度に本内容を学習する後輩に対して、また、次年度に本時を担当する教師に対して、良いプレゼンテーションになるための「秘訣 (tips)」を記入するように指示がなされた。

Group 1 (1) Which artist/album/genre did the group decide to investigate? _____ (2) What did they predict? _____ _____ (3) What was their highest average BPM? _____ (4) What was their lowest average BPM? _____ (5) How did they present their results? (I.e. what type of statistical diagram did they use?) _____ _____ (6) Rate their presentation and conclusions out of 10: _____
--

[授業後の生徒の感想]

授業後、生徒たちは、次のようなコメントを寄せている。

- ・この授業は、本当におもしろかった。
- ・この授業では、プレゼンテーションの方法や技術を学習することができた。
- ・この授業では、コンパウンド (compounding) について学習することができた。また、この授業は、通常のワークシートを使った授業よりも、おもしろかった。

[コメント]

本教材および本時については、次の3点が特徴といえる。

第一として、歌の特徴の考察という生徒たちにとって身近な話題を取りあげつつ、また、生徒たちがよく知っており、日頃聞いている有名な歌手の歌を取りあげることによって、生徒たちの関心を喚起していた点である。その結果、生徒たちが数学の授業に楽しく参加していた。

第二は、生徒たちのプレゼンテーション能力の育成が強調されていた点である。各グループのプレゼンテーションは、すべてパワーポイントを利用したものであり、曲調の特徴を分かりやすく説明するために、棒グラフや円グラフが利用されていた。統計の知識や技能、考え方を利用して、自分たちのグループの考察の結果をわかりやすく説明する能力が身につくように配慮されていたといえる。

第三は、ICTの積極的な活用である。上述のように、生徒のプレゼンテーションにおいては、パワーポイントやExcelによるグラフ作成が利用されている。また、プレゼンテーションでは、考察対象となった実際の曲を流すなど、電子黒板が効果的に活用されていた。

[数学的判断力の育成という点から]

本教材や授業の中心は、「テンポ」や「ビート」という視点からの曲調の特徴の考察である。その意味では、本科研の主題である「社会的判断力」に特化された授業ではない部分がある。ただ、曲の好悪の判断やその背景にある価値認識などに関連させることによって、社会的判断力を扱った授業にすることも可能であるとも感じた。

インタビュー (Sally Ghattas 先生 (授業者) 及び Sue Soman 先生 (Deputy Head of Maths))

Q 本授業では、15秒間のビート数を3回にわたって調べ、その平均を求めた上で、BPM という視点から曲調の特徴を考察している。「平均」をとるというアイデアは、教師から与えたものか？

A ワークシートに取り組ませる過程において、生徒たちから導いたものである。実際には、15秒の「ビート」の測定方法を説明し、3曲ぐらいでビートの測定方法を実際に確認している。その後、各グループに分かれて、BPMを調べている。

Q 本時において、各グループのプレゼンテーションを数値で評価 (rating) させていたが、その基準はどのようなものか。

A プレゼンテーションの内容や方法に関する規準や基準を示し説明している。本時において、生徒たちは、その規準や基準に基づいて相互評価を行っていた。

本時までの授業の概要

Lesson 1 (08/11/10)

- Students were immediately engaged with the starter: discussing the music they are interested in.
- Students listed artists they listened to, as well as 'genres'.
- When asked how they think music is classified, students brought up the word genre. An attempt was made to define it. Students referred to genre, by describing whether a song had vocals, the way it made them feel, the types of instruments used, the 'liveliness' of the music.
- When comparing songs, although a few points were made regarding whether they liked the song or not, some students listed the instruments they could hear; they referred to the vocals, what the lyrics were, repetitiveness of a song, 'liveliness' of a song, the melody, a few even referred to the 'beat' of the song; two students used the words 'tempo' and 'alternate dynamics'.
- The discussion led to beats, and they were asked what has a beat. We listened to a 'fast' song - chosen by the students, and they took their pulse. This led to how we can measure the bpm of our heart. Students understood - with little input - that we could count the beats within a short length of time and then multiply to find bpm. We then practised listening to the beat of a song, and doing it three times, so that we could find the mean. Students understood why this was, and some have a 'musical background' so were very good at counting the beats, and leading the class.
- The first investigation was introduced and the students organised themselves into groups, agreed on what they would investigate and made a prediction.

Lesson 2 (09/11/10)

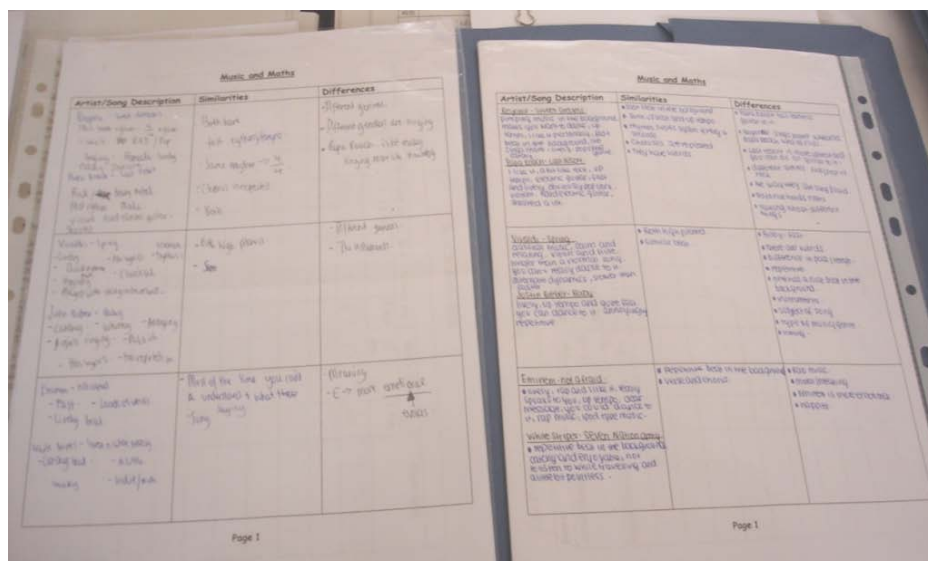
- The students were slow to get started; some had not definitively decided what they were going to investigate and so were deciding this in class. Some of the predictions were

concerned with how the music would affect their heart rate. If the project was to be done again, it needs to be made clear that measuring our heart beat was just a way to lead them into finding the "pulse" of a song.

- Once students began, they were efficient and focused and all but one group managed to get 10 songs done in 35 minutes (ten minutes longer than the time allocated, due to the problems at the start of 'what to investigate' and their predictions). The group who did not complete all 10 songs had one issue - they were measuring their heart rate, instead of the beat of the song, so they had to begin again.
- The worksheet resource was clear, and students could fill in their values in a clear, precise manner.
- When moving onto the tempo - students knew what the word meant, and I played them three versions of the same song, they had to decide which version was the original, which version was speeded up, and which was slowed down. All understood this well.
- When doing percentages and compound percentages, an example of a 'top (clothes)' was used first, to see what the students remember. They found this simple, and understood it well, and also understood 'compound' percentages.

Lesson 3 (10/11/10)

- Although the computer software was not used, students understood what was happening to the song, as the tempo is increased by certain percentages and were able to calculate the percentages easily. Good organisation by all the students, dividing the songs between themselves, and then checking each others' answers. No assistance from the teacher was required.
- Students then were given a checklist of what to include in the presentation. They needed more information, as they were not sure what they exactly needed to include. So as a class, we wrote up a list of questions for each point, to be answered. Students then planned who would do what, and began.
- If there were no issues with computer hardware, it would have been beneficial to actually use the 'Audacity' software. When students were told about the project, they did inform me that they had already used the software, and were familiar with it; so there would have been very little instruction as to how to use it.



11:30－13:30：

Alice Onion, Advisor, Bowland Maths,

Research Fellow, Kings College, London - national context in maths education

(配布資料)

- ① Reforms to the Mathematics Curriculum in England (ICME2008 用論文) 資料 1
- ② National Context in England for Bowland Maths (パワーポイント資料) 資料 2
- ③ QCA(2007), Mathematics: Programme of study for key stage 3 and attainment targets.
- ④ National Strategy & QCA, Focused assessment materials: key indicators for level 6. (1 枚資料)
- ⑤ QCA, Functional skills standards: mathematics. 資料 3
- ⑥ Functional skills 問題例 資料 4
- ⑦ DRAFT: Functional skills Maths- Activities Main Activity: Which way to roll? (1 枚資料)

I. イギリスの教育事情と「ナショナル・カリキュラム」の現状と課題

1. UK (United Kingdom) について

スコットランドは、基本的には、異なる教育システムを有している。イングランドとウェールズは、今世紀の初めまでは、「ナショナル・カリキュラム (National Curriculum ; 以下 NC)」を共有していたが、現在は、別々になっている。ただし、イングランドとウェールズと北アイルランドは、同じ資格試験制度を共有している。以下において「イギリス」として言及するのは、イングランドを中心とするものである。

2. 学校制度とカリキュラムの構造

(1) 学校教育制度は、下記のようにになっている。

- ・就学前教育 (Early Years Foundation stage) : 0 歳～5 歳
- ・義務教育 : 5 歳～16 歳

小学校 : 第 1 学年～第 6 学年

Key Stage 1 (5 歳～7 歳) , Key Stage 2 (7 歳～11 歳)

中等学校 : 第 7 学年～第 11 学年

Key Stage 3 (11 歳～14 歳) , Key Stage 4 (14 歳～16 歳)

- (2) 義務教育において、「数学」, 「理科」, 「ICT」は必須であり、数学は重視されている。
- (3) 各教科のカリキュラムは、「学習プログラム (Programme of Study)」と「到達目標 (Attainment Targets)」から構成されている。
- (4) 2007 年に改訂され、2008 年から実施されている Key Stage 3 および Key Stage 4 用のカリキュラムでは、「表現すること」や「分析すること」, 「解釈したり評価すること」, 「コミュニケーションや反省すること」といった数学の「プロセス」の側面が一層強調されている。
- (5) GCSE (General Certificate of Secondary Education) とよばれる資格試験制度がある。これは、1980 年代の CSE (Certificate of Secondary Education) や「O レベル (General Certificate of Secondary Education : Ordinary level)」に代わるものである。近年、GCSE の「英語」と「数学」と「ICT」の各科目において、「Functional Skills (機能的スキル)」とよばれる新しい内容が追加されている。

[ここまでの内容に関する質疑応答]

Q 2007年に Key Stage 3 と Key Stage 4 に関する新しい NC が公表されている。一方、Key Stage 1 と Key Stage 2 については、1999 年版が継続中であると考えてよいか。また、2007 版 NC と 1999 年版 NC を比較したとき、項目の設定などにおいて、カリキュラムにおける構造上の違いがみられる。その点について、どのような印象をもっておられるか。

A Key Stage 1 と Key Stage 2 用の NC についても、もともと改訂の計画があった（2011 年ころの予定であった）。ただ、政権が代わり、その作業がストップしている。Key Stage 1 と Key Stage 2 用の NC が改訂されていたならば、2007 年版の Key Stage 3 と Key Stage 4 用の NC と同じように、それは「プロセス」をより強調したカリキュラムになっていたと予想される。ただ、上記のような現状にあるので、今後、場合によっては、再び、内容中心のカリキュラムに戻る可能性もある。



Q 「Functional Skills（機能的スキル）」をみると、それは、いわゆる「数学的リテラシー」に近いように思われる。そのことについて、どのように思われるか。

A 「Functional Skills（機能的スキル）」は、「数学的リテラシー」に類似するものと考えられる。「リテラシー」という用語については、様々な解釈があるので、誤解を避けるためにも、「Functional Skills（機能的スキル）」という用語になったのではないかな。

II. Bowland Maths.の教材の特徴とその開発の経緯等

1. Bowland Maths.の開発の背景や NC との関係について

(1) NC では「プロセス・スキル」が強調されているが、それを評価するための枠組みが明確ではない。また、Bowland Maths.の開発のスタート時点では、資格試験においても、「プロセス・スキル」を的確に評価するための枠組みがなかった。そのため、当時、「プロセス・スキル」を育成するための教材や評価枠組みの必要性を感じていた。Bowland Maths.の開発の時期とちょうど同じ頃、軌を一にして、2007 年に Key Stage 3 と Key Stage 4 用の NC も公表され、「プロセス」重視の傾向が一層強くなった。時期的にもちょうど良い開発のタイミングであった。

(2) Bowland Maths.には、NC で示されている「プロセス・スキル」との対応表があるが、NC のカリキュラム全体をカバーすることは、もともと考えられてはいなかった。また、Attainment Targets に示された「水準（level）」との対応は、意図的に設定しなかった。なぜなら、もし、水準との対応を示すと、NC に基づく水準評価がどうしても中心になってしまい、Bowland Maths.の本来の趣旨が損なわれると考えられたからである。

2. Bowland Maths.の特徴について

次の三つをセットにして提供しているところに Bowland Maths.の特徴がある。

- ① Case Study
- ② Professional Development module（以下、PD モジュール）
- ③ Assessment Task

Bowland Maths.を利用している教師の間で、Case Study は浸透してきていると感じている。Case Study の公募にあたっては、イギリス国内の有力な団体はほぼ応募してきていた。その意味では、国家的ともいえる。

②の PD モジュールは、Bowland Maths.の教材の特徴や授業での取り扱い方などを解説したものであり、教師の職能発達を意図したものである。Bowland Maths.の教材の趣旨を最大限に発揮するためには、教師自身が Bowland Maths.の教材の趣旨や特徴を十分に理解しておくことが重要であるとともに、教師の指導力が不可欠の要因になる。教師の指導力を育成するという視点からも、PD モジュールは重要であるが、その利用状況は十分ではないと感じており、今後の課題であると思っている。

③の Assessment Task の開発にあたっては、3つの団体（Shell センター、Freudenthal 研究所など）に案の作成を依頼した。2010 年 9 月にほぼ完成しており、来年 2 月には学校に公表する予定である。各 Task は、NC に示されたすべてのプロセスを網羅しようとしたものではない。「Assessment Guidance」では、横軸に「プロセス・スキル」を配置し、縦軸には、そのプロセス・スキルの発達の程度を示した「Progression」という軸を設けて、子どもたちのプロセス・スキルの現状を評価できるように工夫している。

Security Camera

A shop owner wants to prevent shoplifting.

- He decides to install a security camera on the ceiling of his shop.
- The shop owner places the camera on the ceiling in the corner of the shop (at the point P).
- The camera can turn through 360°.
- The diagram below shows a plan view of the shop with ten people standing in it.

1. Which people can the camera NOT see?
2. The shopkeeper thinks that 15% of the shop is hidden from the camera. Is he right or not? Explain.
3. (a) What do you think is the best place for the camera, so that it can see as much of the shop as possible?
(b) How you know that this is the best place for the camera?

Assessment guidance

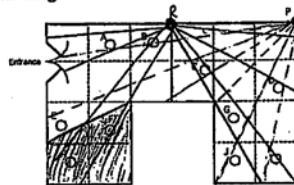
Progression in Key Processes

	Representing	Analysing	Interpreting & Evaluating	Communicating & Reflecting
	Use of sight lines or other approaches	Analysis of what the camera can 'see'	Choice of camera position	Quality of written communication of reasoning and solution
P R O G R E S S I O N ↓	Does not draw sight lines; shows little evidence of selecting other suitable approaches	Realises that the camera at P cannot see some people or squares, possibly with errors	Considers another place for the camera but it is not optimal. Gives no reason - or a reason that does not involve numbers.	Adequately communicates the method and solution, but not completely.
	Pupil A May not draw sight lines may but shows some evidence of selecting other suitable approaches	Gives a partially correct analysis with some justification, but with errors. May realise that F and H cannot be seen but may also think that E cannot be seen	Pupil A Has some idea where a better place for the camera is e.g. 'above B on ceiling'	Pupil A Clearly communicates the work, with reasoning that can be followed
	Pupil B Uses sight lines in some parts of the work.	Pupil A Gives a mostly correct justification for why 15% of the room cannot be seen from P. May think 3 whole squares, rather than an area equal to 3 squares, cannot be seen from P	Pupil B Correctly finds a better place for the camera, but justification incomplete	Pupil B Clearly communicates the work, with reasoning that can easily be followed
	Pupil C Selects and uses sight lines in all parts of the work to get accurate answers	Pupil B Finds the correct percentage of the shop that is hidden using parts of squares accurately.	Pupil B Successfully compares areas from various viewpoints and finds an optimal point.	Pupil B Explains work clearly and considers alternative solutions
	Pupil D	Pupil C	Pupil D	Pupil D

「Security Camera」に関する評価規準

Sample response: Rhianna

Rhianna correctly shows that F and H cannot be seen and that 3 squares = 15% of the area cannot be seen. She investigates the best place for the camera, and shows that the centre of a side is good. Rhianna clearly shows diagrams with sightlines and calculations that justify her findings.



1. He cannot see F + H.
2. There are 20 Squares. 3 squares are hidden from the camera.
Each square represents 5%.
 $3 \times 5\% = 15\%$
This proves 15% of the shop is hidden
3.
 - a) $\theta = R$
My camera 5% is hidden on one half.
5% is hidden on the other half.
This way only 10% is hidden + that space could be used for a hi / trolleys.
 - b) I know this is the best place because it has a full view of all around the shop it can go

「Security Camera」における生徒の解答例

午後: Eastbury Comprehensive School <http://www.eastbury.bardaglea.org.uk/>

Eastbury Comprehensive School は、午前中に訪問した St Angela's Ursuline School から、車で 20～25 分ほどの場所にある。下の写真に「A Specialist Maths & Computing College」とあるように、数学と ICT に力を入れている学校のようなのである。

下記の Freya Cowell 先生の「Reducing Road Accidents」の授業を参観し、その後、インタビューを行った。



No	Time	Teacher	Bowland Maths	Year and Set
6	14:05-15:05	Freya Cowell	Reducing Road Accidents	Year 9 Set 2

No. 6 の授業

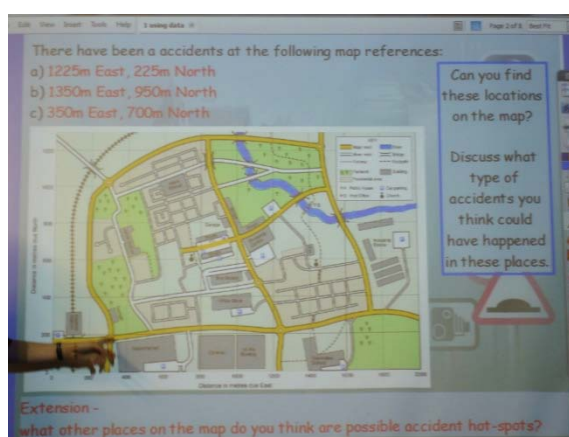
本時は、全 7 時間の授業のうちの 4 時間目にあたる授業とのことであった。本時の冒頭では、事故に関する「仮説」を設定するという目標が示された。「事故が多い年齢層は?」「その事故はどこで起こっているか」「男女ではどちらの事故が多いか」を答えさせた後、「なぜ、その事故が起こったのか」と投げかけることを通して、「仮説」の意味を確認した。その後、ワークシートが配布され、ペアになって、パソコンを使いながら「仮説」を設定すること、その仮説を裏づけるデータを収集することが指示された（本時は、右写真の DVD 付属のソフトは使用せず、Excel を用いていた。）

（本時の目標）

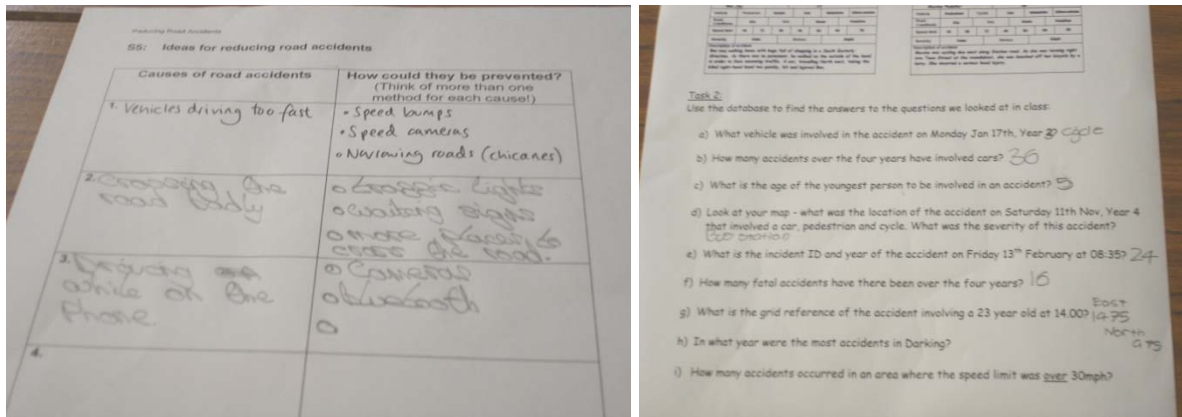
1. 仮説を設定しなさい。
2. Excel を使って、データを選択し、表示しなさい。（Collect and display data, using Excel.）

ペアごとに仮説を設定する作業にとりかかった。仮説の設定にあたっては、「事故の原因」「事故の起こった場所」「事故にあった人」「事故の起こった時間帯」という 4 つの視点から仮説を検討するように指示されている。

事故に関する視点や条件を決めて、Excel データをフィルタ機能を利用してデータを選択したり、ソートしながら、仮説を裏づけるデータを収集し、そのデータを円グラフや棒グラフなどによって、わかりやすく表わす作業を行った。例えば、あるペアは、夜に事故が多いことに着目し、21 時以降に起こった事故を抽出し、それを年齢別の棒グラフに表した。また、別のペアは、学校の近くで起こった事故に着目し、それを天候（晴、雨、凍結、霜）の棒グラフで表した。そして、仮説を設定し、それを裏づけるデータをワープロ（Word）上でまとめる作業に取り組んだ。



授業の最後では、いくつかのペアから仮説の紹介がなされた。また、教師から、各ペアの仮説とそれを裏づけるデータをメールで教師に送信するように指示がなされた。



[コメント]

本教材および本時については、次の3点が特徴といえる。

第一として、ICTの活用能力が育成されている点である。上述のように、本時では、視点や条件にそって、Excelのデータを選択し、分析することが求められている。また、それらのデータについて、Excelのグラフ作成機能を利用しながら、仮説をわかりやすく説明することも求められている。本時では、ほとんどの生徒たちが、ExcelやWordを使いこなしており、日頃から、パソコンが利用されていることがうかがえた。ICT教育が充実しているという印象を受けた。

第二として、第一とも関連するが、仮説の設定やデータの収集、仮説の検証といった「統計的な考え方」が大切にされていた点があげられる。

第三として、円グラフや棒グラフを利用した「数学的な表現力」が大切にされていた点である。また、自分たちの仮説を言葉やグラフを使つて的確に記述する能力も大切にされていたと考えられる。

なお、本教材にはインタラクティブなソフトウェアが用意されている。Excelを使用すると、データ全体が見やすいことや、汎用性のある分析方法を習得できるというメリットもあり、生徒の実態に応じて使い分けるとよいと感じた。

[数学的判断力の育成という点から]

上記の第二や第三でも述べたように、統計的な考え方や数学的な表現力は、「数学的判断力」の基盤になる能力といえる。また、本教材では、本時以降で、事故を減らすためのアイデアを検討させることになり、その学習は数学的判断力の育成につながると考える。

インタビュー (Freya Cowell 先生 (授業者) 並びに数学科の先生方)

・授業者は3年目の教員であり、日頃より、活動ベースの授業を心がけているとのことであった。

Q 指導計画は？

A (第1時) 地図を与え、ある特定の場所において、事故が多発している理由をブレインストーミングによって検討させた。

(第2時) コンピュータを使って、第1時の内容について、さらに検討させた。

(第3時) 「Excel上の事故データ」と「事故に関するカード」を与え、カードに示された事故について考察させた。

(第4時) 本時

(第5時) 交通安全対策をどのようにやるかを、コストを示した上で考えさせる。

(第6時) 各ペアにプレゼンテーションをさせ、互いに評価させる。また、最後に、自己評価させる。

Q 最後に、どのような観点で自己評価させるのか？

A よかった点、推論で改良すべき点、忘れてしまった点、誤った点などを書かせる。

Q 付属のインタラクティブなソフトウェアを使わなかったのはなぜか。

A できる子どもが多いので、他の場面でも使える方法を身に付けさせようと思った。コンピュータを使用する前に、印刷したデータ（一覧表）を渡し少し考えさせた。紙ベースで分析してもわかりにくいことを確認した上で、Excelを使わせるようにした。

Q 他にどのような教材を使ったことがあるか？__

A 「スムージー」を使ったことがある。

生徒は、とても楽しんで取り組んでいた。そのとき、生徒が作ったポスターがこれです（右写真）。

Q Bowland Maths を使わない先生にはどのようにアプローチしたらよいと思うか。

A とにかく授業を見せるしかない。そして、教材の解釈や取りあげ方を議論し、指導の在り方を検討している。それでも、「おもしろいのはわかったが、やりたくない」と言う先生もいる。徐々にやっていくしかない。



11月17日（水）

Drayton Manor High School <http://Drayton Bridge Road, London W7 1EU>

Drayton Manor High School は、ロンドンの郊外にある多様な生徒が通学する総合中等学校である。オックスフォード、ケンブリッジ大学に進むような特に優秀な生徒から、7歳相当程度の Level 2 の下位の生徒までが所属している。Bowland Maths の教材では、これまでにエイリアン, golden rectangle, magic sums, スムージーなどを扱っている。この学校では、下記の2つの授業を参観し、No.7の授業を受けた10名の生徒へのインタビューそして実際に Bowland Maths の教材を使って授業をなさっている先生にショートインタビューを行った。



No	Time	Teacher	Bowland Maths	Year and Set
7	9:10-10:10	Jason Murphy	Golden Rectangle	Year 10 Set1
8	11:30-12:30	Nicole Worthey	Magic Sum	Year 8 (Low ability)

No. 7 の授業

課題は Assessment Task 中の「Golden Rectangle」プリントを配って授業が始まった。

授業は、下の図のプリントに沿って生徒たちが隣同士で話し合いながら解決していくスタイルであった。多くの生徒は、授業の中で 2 番までの問題に取り組んでいた。



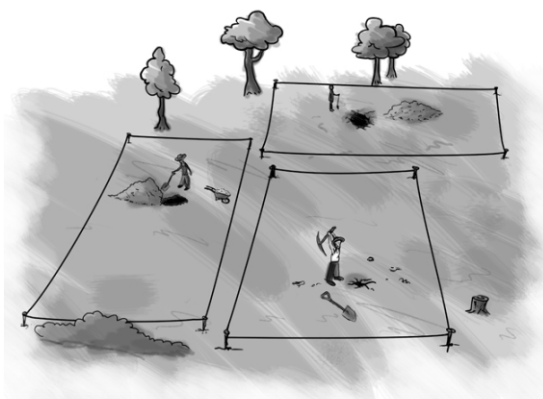
<Assessment Task 「Golden Rectangle」のプリント>

Golden Rectangles

19 世紀、多くの冒険家が金を探し当てるために北アメリカを旅した。

Dan Jackson は、金が発見された土地を所有していた。

彼は、冒険家たちに土地を区画して貸した。

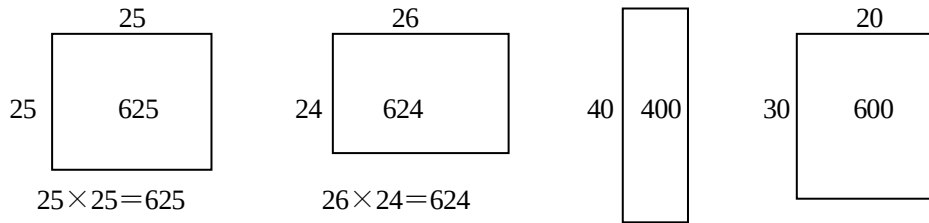


Dan はそれぞれの冒険家たちに 4 本の杭と 100m の長さのロープ与えた。

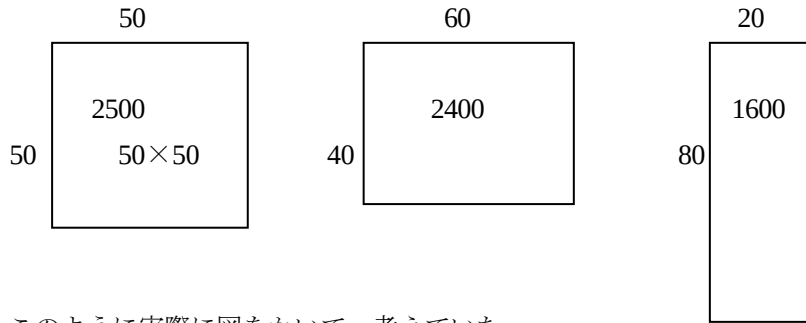
それぞれの冒険家たちは、土地を長方形に区画するために杭とロープを使わなければならなかった。

1. 冒険家は、一番広い面積に区画するためにどのように杭を打てばよいだろうか。
あなたの答えを説明しなさい。
ある冒険家は 1 つのアイデアを出した。
「一緒にロープを結んで使おう。我々が別々に分かれて作業をするより、一緒に作業をすれば大きな土地を得られますよ。」
2. 2 人の冒険家と一緒に作業する方がよいことは正しいですか。ただし、杭は 4 本しか使えません。
3. 2 人よりもっと多くの方がよいことは正しいですか。あなたの考えを説明しなさい。

<生徒の反応 1>



1 番を上のように考えた生徒は 2 番でも同じように考えていった。



このように実際に図をかいて、考えていた。

<生徒の反応 2>

下のような表を作って、2 数の積の変化を調べていた。

25	25	625
26	24	624
27	23	621
28	22	618
29	21	609

その後、何人かの生徒が教科書を見せてほしいと先生に言って、先生が教室に置いてある教科書を渡した。その生徒たちは、教科書を参考にして考えていた。

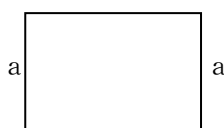
生徒たちは、活発に隣同士やまわりで議論をしている。友だちの意見をもとに、自分の意見を修正して表にしたりする姿が見られた。非常によい雰囲気の問題に取り組んでいた。先生が意図的に議論を仕組むわけではなく、自然発生的に起こっていた。

しばらくたって、教科書を参考にした生徒から次のように考えが出てきた。

<生徒の反応 3>

23	24	25	26	27
621	624	625	624	621
3	1	-1	-3	
2	2	2	2	

先生は、最後に次のような課題を生徒に投げかけて授業を終了した。



Area= _____

[コメント]

この問題は、次のように 2 次関数の式を平方完成させれば、最大値は求められる。

$$\begin{aligned}
 y &= x(50-x) \\
 &= -x^2 + 50x \\
 &= -(x^2 - 50x) \\
 &= -\left\{(x-25)^2 - 625\right\} \\
 &= -(x-25)^2 + 625
 \end{aligned}$$

しかし、このことは未習で、生徒は、どこに最大値があるかを値の変化を見ながら探求していた。上記の式変形を知らないからこそ、1 つ 1 つ値を調べてその変化から考えるということが実現されたと考える。表を何度も丁寧に書き直して考える生徒等がいて興味深かった。そして、作成した表から、2 次関数の特徴である第 2 階差が一定であることを見いだした生徒がおり、数列から 2 次関数へとつながっていくことが予想される。また、グラフや式を考える生徒がいることを予想していたが、そのような生徒はいなかった。

議論が活発で、先生が意図的に仕組まなくても自分たちで意見を交換しながら考えを深めており、興味深かった。

[数学的判断力の育成という点から]

「一緒にロープを結んで使おう。我々が別々に分かれて作業をするより、一緒に作業をすれば大きな土地を得られますよ。」という考えを、数学を用いて検証していくという点で数学的判断力に関わる授業である。ただし、その文脈にはあまり現実性はない。

インタビュー（生徒）

NO.7 の授業を受けた 10 名の生徒がインタビューに応じてくれた。どの生徒も非常に優秀でしっかり自分の考えを持っていると感じた。

① 今日の課題（「Golden Rectangle」）を使つての授業はどうだったか。

- ・おもしろかった。
- ・難しかった。／難しくなかった。（半々）
- ・普通やっているのと違って、広い範囲の数学を使う。
- ・どのストラテジーを使うかを自分で見つけることが難しかった。
- ・調べていくうちにパターンがみえてきた。
- ・数列について忘れていた。テキストを読んでも分からなかった。さらにそれを思い出させてくれるようなガイダンスがほしかった。
- ・友だちから聞けることもあった。いつも相談してよいことになっている。

② 他にどんなオープンタスクをやったか

- ・8 年生の時、エイリアンをやった。発表の仕方を考えるのが難しかった。

③ オープンタスクの問題でどんなことを学んだか。

- ・復習と応用
- ・グループで相談しながら問題を解決すること

④ Bowland Maths をやることは必要だと思っているか。

- ・状況に応じてやることが必要なので、そういう能力を養う上でも大切だと思っている。

- ・これをやりなさいと言われてやるのではなく、自分で考えるという独立した思考が要求されるので、とてもそれは大切だと思う。
- ⑤ 数学とオープンタスク両方が大切だと思っているか。
 - ・両方が必要だと思っている。
 - ・オープンタスクに取り組むことで、数学で勉強して忘れてしまっていたことを思い出すきっかけになる。
- ⑥ 数学が役立つと思うのはどんなとき？
 - ・オープンタスクの問題の具体的な状況の中で数学を意識するので、必要性を感じる。
 - ・批判的な思考や思考の方法を大切にするので、そういうとき数学が役に立つと感じる。
- ⑦ オープンタスクをやるときの示唆は何か？
 - ・いくつかのトピックをカバーした後にやるとおもしろいと思う。
 - ・困ったときにガイダンスが必要なので、その準備をしておくこと。
- ⑧ 答えが1つに決まらないことについてどう思うか？（全員に答えてもらった）
 - ・難しいと思うこともある。
 - ・不消化な面はある。どの答えがよかったかを知りたくなる。
 - ・問題による。もっといい方法があればそれを知りたい。
 - ・答えがないときには、他の人がどうやったかを知りたい。
 - ・どうして答えがないのかも知りたい。
 - ・どこがまちがったか、よくなかったかを知りたい。
 - ・方法がたくさんあるだろうから、それを知りたい。
 - ・オープンでもいいと思うが、間違った方向に行ったときにはヒントがほしい。
 - ・困って手が止まってしまったときにガイダンスがほしい。
 - ・1つの答えがある方が好き。学べる可能性があるから。
 - ・何回トライしてもできず、どう間違えているのかも分からないときに不安になる。
 - ・答えが合っているかや間違っているかではなく、方法をいろいろ知りたい。
- ⑨ 通常の授業よりも他の人のやり方を知りたいと思うか。
 - ・全員が yes
- ⑩ ガイダンスが必要だと思うか
 - ・全員が yes
 - ・今日の授業では、（既習事項を）思い出させてくれるようなものがほしかった。
 - ・友達から聞けることもある。

なお、Bowland Maths の教材を扱う際に、教師が細かい指示をしていくべきか、一歩下がって様子を見守るかの2つの立場が考えられる。判断が難しいが、PD モジュールでは、そのバランスをいかにとるかについても言及している。

No. 8 の授業

一番 Low Ability のクラスの授業である。「The Magic of Maths」という題名を電子黒板で示し、数当てゲームを始める。

< 1 問目 >

- 1 好きな数を思い浮かべてください。
- 2 その数を2倍して下さい。
- 3 その答えを2でわって下さい。

4 その答えに6を加えて下さい。

5 その答えから最初に思い浮かべた数を引いて下さい。

答えはいくつになりましたか。 答えが、みんな6になることを確認し、最初に思い浮かべた数を10としてもう一度全体でやってみる。

思い浮かべた数 10

1 20

2 10

3 16

4 6

確認した後、次の問題に行く。

< 2 問目 >

2けたの数を思い浮かべて下さい。

1 10の位の数と1の位の数をたして下さい。

2 最初の思い浮かべた2けたの数から、その10の位の数と1の位の数をたした数を引いて下さい。

3 その答えはどのような数でしょうか。

指名して生徒の答えを言ってもらおう。18, 9, 27, 72, 36

答えの確認をした後、次の問題に行く。

< 3 問目 > Magic Sum Puzzle

右の例を示して、このパズルのルールを示す。

$$1 + 5 + 7 + 2 = 15$$

$$2 + 4 + 3 + 6 = 15$$

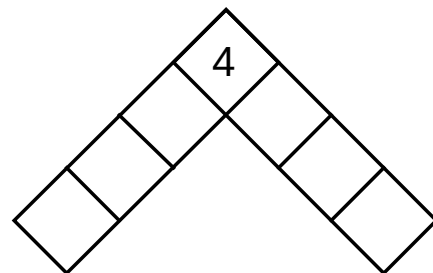
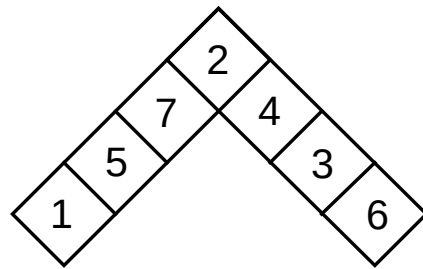
になっていることを確認する。

そして、「今のルールをもとに、和が16になるように次の問題をやってみよう」と投げかける。

生徒には、1～7までの数が大きくかいてあるプリントと右のようなパズルを配る。

生徒はまず、数を切り取って□のますに自由に入れられ、試行錯誤できるように準備をする。

その後、両方とも和が16になるように生徒がそれぞれ自力解決をする。低い生徒のところへは先生が行ってアドバイスを送る。



< 4 問目 > 金曜日までの宿題 Magic Squares

3	8	1
□	4	6
7	0	□

和が12

9	□	7
8	10	□
□	6	11

和が30

□	16	9
10	□	□
□	8	13

和が36

[コメント]

先生がすべてインタラクティブホワイトボード（IWB）を操作しながら、授業を展開していた。IWB の使用方法が非常にうまく、生徒たちは IWB に注目し、課題に集中して取り組んでいた。

これまでに観察した授業と違い、明らかに子どもたちの言語能力の低さや数学的な力の不足が感じられた。母国語が英語ではない生徒が多くいるようであった。しかし、子どもたちはのびのびとしており、問題への取り組みも良好で試行錯誤しながら問題が解けた後はうれしそうであった。先生の授業への引きつけ方がうまいのでこのような子どもの反応が生まれるのだと感じた。

その一方で、数学の授業としては物足りなさを感じた。それは、各問いで答え合わせをただだけで次に進んでしまい、どうしてそうなるかなどその背後の仕組みに丁寧に目を向けるということがなかったからである。例えば、最初の問題はある数に 2 をかけて、それを 2 でわり、6 をたしてからもとの数を引くので、6 になるのは当たり前である。2 をかけて 2 でわって 1 をつくること、最初の数で最後で引くので 0 になることなど、この問題の中には数の仕組みとしては大切な要素が入っている。たとえ多くの生徒には分からなくても、先生がその仕組みを説明するべきではないかと感じた。

[数学的判断力の育成という点から]

社会的な文脈の問題ではなく、授業の中でも本研究で考えている「数学的判断力」は発揮されていなかった。

教師のインタビュー（ショート）

この学校では、教師それぞれが 1 つの授業のリソースを作って、作ったものを教師みんなで共有化して授業で使っている。

どのレベルのクラスでもすべて電子黒板を使って授業を実施している。

20 台のミニラップトップが使えるようになっている。

1 ヶ月に 2, 3 回 グラフや表などを表示するときにコンピュータを使う。

Low Ability の生徒たちには、特に多くコンピュータを使っての授業を実施することを意識している。

Bowland Maths は、地域の教育委員に紹介され、指導に基づく活動として、4 年前から焦点を当てている。先進的に Assessment Task を使っている。素早く使えることがよい。

Short Task は 6 週間に 1 回、Long は 1 週間かけておこない、年 2 回ぐらい。

Bowland Maths の教材はエイリアン, golden rectangle, magic sums, スムージーなどをこれまで使っている。Alien では生徒の異なった活動が見られ、すべてのグループで行った。Lower Ability の生徒たちに合うようにアレンジしながら使っている。通常の授業より生徒のやる気が見られた。

19:00—20:30 Quentin Thompson, Project Director, Bowland Maths

ケンブリッジ大学卒業（数学学位取得），数学の教師となる。その後，教育の分野で，経営者，政策アナリスト，教育コンサルタントとして 30 年以上のキャリアを持つ。英国の内閣府で首相付の政策顧問を 3 年間務めた後，1983 年 Coopers & Lybrand にパートナーとして入社。同社の教育コンサルティング実務の礎を築き，同社を英国・欧州の業界リーダーへと成長させた。2000 年以降はフリーランスの教育コンサルタントとして活動。英国では，大学政策のための主要な国家レベルの調査や，60 以上の大学におけるマネージメント・財政問題の原因究明や改善策などを手掛ける。欧州以外でも 25 カ国以上の諸国において，高等教育プロジェクトに携わる。

<http://www.rieti.go.jp/jp/events/08053001/handout.html>

配付資料

- ① 募集新聞広告
- ② 募集詳細説明 **資料 5**
- ③ ステージⅡ説明（採用規準を含む） **資料 6**
- ④ ステージⅢ 開発のガイダンス（採用規準を含む） **資料 7**
- ⑤ NFER 観察/調査のための評価規準に関する資料 **資料 8**
- ⑥ Bowland 教材の使用状況についての学校アンケート調査結果 **資料 9**

前日にお話を伺った Alice 氏もおっしゃっていた，Bowland Maths の 3 本の脚である Case Study, Professional Development module, Assessment Task のそれぞれの開発の経緯をお話いただいた。この 3 本の脚のどれが欠けても役立つものにはならないことは最初からわかっていたとのことである。

Promethean 社（インタラクティブホワイトボードの会社）より，数学教育の改善のための基金（200 万ポンド，約 3 億円）の創設の申し出があったのが始まりである。その創設者の居住地ちなんで，Bowland Trust と名付けられた。

2006 年，Quentin 氏は，この基金のアドバイザーの依頼を受け，4～5 ヶ月間に渡り，数学教育関係者に徹底したヒアリングを行った。その結果，イングランドでは，特に 12～14 歳の数学教育に問題があることがわかってきた。急につまらなく感じ，また，落ちこぼれていく子どもも増える学年だと言う。ナショナルカリキュラムでは，問題解決や創造的活動，グループ活動，プロセスの重視が言われているが，実際の授業は，内容重視で，ルーティンでクローズドな学習が大半で，Quentin 氏自身も確かに退屈なものだと感じるものとなっていたのである。そこで，ハーバードビジネススクールの case method の手法を応用した，数学のケーススタディーを制作することにした。

また，Quentin 氏の働きかけにより，政府機関である DfES (Department for Education and Skills) から，200 万ポンドの補助金を得た。それを判断した担当大臣の条件は，政府開発のものにはしたくないので民間主導で行うこと，だった。Bowland 基金自体も，はじめから基金の用途には一切口を挟まないと宣言しており，Quentin 氏に全権が委ねられる形となった。

Stage I：ケーススタディー公募の新聞広告（下の訳）を出し，応募の意志を表明した者には詳細を説明した（**資料 6**）。アイデアのみを 2006 年 9 月末までに提出させた。オーストラリアやアメリカを含む，250 の応募があり，それを 40 に絞り込んだ。（最終的に 23 程度のケーススタディーを作成することを想定しており，予算を逆算すると 40 に絞る必要があった。）

**ボウランド・イニシアチブ：キーステージ3のための数学ケーススタディー
アイデア募集**

ボーランド基金では、キーステージ3の生徒を対象に、数学を面白くするプロジェクトをDfESの援助も受けて新たに始めました。このプロジェクトでは、11-14歳の生徒が興味をもつような題材の「ケーススタディー」を20-25ほど開発し、データ・バンクに集め、広く教師に提供する予定です。各ケーススタディーはそれぞれ3から5回の数学の授業に相当するものを想定しています。

このケーススタディーのための「アイデア」を現在募集中です。応募作品の中から面白いアイデアを40ほど選び、提案者には2,500ポンドほどの初期グラントを交付して、詳細な企画・提案書を作成してもらう予定です。さらに良い企画・提案書に対しては、開発グラントを交付し、2008年の学年度に実施にあわせて2007年中にケーススタディーを開発することを要請する予定です。

興味がある場合は、アイデアの概要及びどのようなケーススタディーに発展させるつもりかその方法についての説明を送付して下さい。またチームメンバーとその構成について、過去に成功したプロジェクト例も挙げて解説して下さい。さらに説明が必要な場合は、bowland.mailbox@dfes.gsi.gov.ukにご連絡いただけたら、詳細説明のドキュメントをお送りします。初期グラントへの応募は、A4紙面3枚を越えない範囲で、2006年9月30日までにこのアドレスかあるいはQuentin Thompson at Soho Lofts; London W1D 3DDに提出してください。

(資料6)の抜粋、ケーススタディーの要件)

- それぞれのケーススタディーに用いられる問題は、それぞれ複雑な解釈を要求し、ターゲットとする年齢の多くの子どもに興味深いものである。
- その問題は、生徒にとってオープンな課題で、考えることや推論すること、問題解決を促進し、お互いに考えを話し合ったり、吟味したり、見慣れない問題に取り組むときに技能を洗練したりすることを含むものである。
- 課題は、あまりにもすぐに数学へ移行してはならない—実際、最初は必要とされる数学さえ明らかであるべきではない。現在の「問題解決」の例は、しばしば、数学へあまりにもすぐにジャンプし、手順の「使い方」を練習する偽りの機会にすぎない。
- 様々な数学の考えが、様々な異なった文脈—特に、生徒が普通、数学が関係していると思わないような文脈で用いられる。
- どのケーススタディーも、キーステージ3のトピックを積極的に使用することを含むが、ルーティンな数学の手順の必要性は制限されるべきである；カバーする概念に対して何らかの形の形成的評価が行われるべきである。
- 必ずしもすべての問題で必要というわけではないが、いくつかの問題はICTの利用を必要とする。
- いくつかの問題は、男女どちらか一方にとって、より興味を引くものでよい。
- それぞれの問題は、多様な能力の生徒に応じて、様々なレベルの難易度（コンピュータゲームにあるような）でアプローチや解決が可能である。
- いくつかの問題は、科学と同様に、芸術やデザイン、地理、スポーツのようなキーステージ3の他の教科と関連をもつ；（例えば、オリンピック、コンピュータゲーム、探検、空間、ファッション、料理、携帯電話、暗号、健康と病気などが含まれてもよい。）
- リソースは、Webを含め、見つけやすくアクセスも容易である
- 応募者は、すでに利用可能なリソースや、例えば日本やハンガリーのような国で同年代の子どものために開発された、同様のリソースを使用している授業を参照してもよい。
- それぞれのケーススタディーで開発される教材は、生徒や教室のためだけではなく、特定のケーススタディーの細部において、教師のトレーニングに役立つものである。

Stage II：40のアイデアのそれぞれに、2000ポンド（約60万円）の予算を与え詳細な企画書を作成させた。1教材あたりの予算は50000ポンド（約750万円）である。また、企画書作成に対して予算を与えたのは異例のことだったが、効果的だった。そして、示した条件に見合っているかという点で評価し、23教材（15団体、大学（大学関係者のみ）、教材会社（大学、現場の教師、ソフトウェア開発者；オーストラリア1、米スタンフォード大学1）、現場の教師（1名だったのでチームを作るよう指示））に絞りこんだ。選定は、Quiuten氏とAlice Onion氏を中心に行

い、最後にアドバイザーグループ（Margaret Brown: Professor of Mathematics Education, Kings College London ; Ian Powell 教育ソフトウェア会社社長、肩書きではなく人物を重視して選んだ、ボランティアで参加）の許可を得た。

Stage III : イングランド国内の3つの学校（開発者が選定）でのトライアルも条件の1つとした（2007年1月から8月）。この間、3月と7月の中間報告と、数度のミーティング、開発者のためのワークショップを行った。

この最終段階では、NFER（National Foundation for Educational Research, 半官半民）による独立した評価が行われ、改善指示が出された（2007年10月～12月）。ケーススタディ作成の段階ですでにデベロッパーが学校における試験的使用をすることが義務付けられているが、NFERはさらに全く独立した学校で授業に試用し、それを見学したり、教師や学生の生の声を聞いたりするものであった。その指示がクリアできずに5つが脱落（「オリンピック」「ダンス」、オックスフォード大のものを含む）し、最終的に18教材となった。そして、2008年3月に公開された。優秀なICT教材に与えられるBETT AWARDSの2010年のfinalistにも選ばれている。

〔ここまでの内容に関する質疑応答〕

Q 教材のフレームワークは？

A いま述べたことだけで、それより細かいものは用意しなかった。子どもにとって、おもしろく、楽しいものであることを優先したからである。また、数学は問題の構造を捉える上で有効なものである。その点が含まれるようにした。この点は、2008年からの新しいカリキュラムと同じ方向性だった。そのカリキュラムには、プロセスと内容があるが、後者をカバーすることではなく、前者を重視した。主目的は、モデル化や問題解決であり、伝統的な数学ではない。プロセスのみに焦点化した教材はなかったの、それを開発しようと考えた。



Q 教師の評判は？

A ベテランの教師からは批判的な意見もあった。どこで数学が始まるのかと聞かれることも多かった。すべてが数学である。とはいえ、そのような声に押されて、ケーススタディーと内容との対照表を作ることになった。

Q 今後、教材を追加していく予定は？

A 評価課題の開発に力を注いできた。子どもの興味という点で不足している分野があるのが気になっていたの、18の教材を作ったところにオファーを出し、この夏に、フットボールと環境問題に関する教材が2つずつできてきた。2011年春に完成予定である。

もうひとつ大切にすることは、プロセススキルを教えることのできる教師の育成である。

Professional Development modulesと呼んでいる。例えば、通常の数学の授業ではやらないグループ活動をさせることは、単に、生徒をグループに分けて活動させればよいというものではない。教師が、それをどのようにやって進めるかは学ばずにはできるものではないのである。子どものせいにする教師が少なからずいるが、教授法を考えるべきである。プロセススキルを教えることが、分数を教えることと同じように重要だとわかれば、どう教えるべきかを考えることは自然な流れである。それが、PD modulesである。

この開発は、教師にとって **friendly** な素材でわかりやすくをモットーに、3 社に依頼した。SHELL センターはアイデアは魅力的だったが学校には根付きそうもなかった。一方、MTA は、その逆だった。最終的に、IT 関連の会社も加え、この 2 社の考えを折衷する形で 5 つのモジュールを開発した。それは、文書を読んだり講義を聴いたりするだけではおもしろみがないので、授業のビデオを含むものにした。80 万ポンド（約 1 億 2000 万円）をかけた。質は高いはずだが、現場の先生にはあまり利用されていない実態があり、現状を改善したいと考えている。ケーススタディーの方に注目してしまうためかもしれない。

それぞれのモジュールは、次の 3 つの部分のサンドイッチになっている。これは日本の研究授業のスタイルを取り入れたものである。

Introductory session セッション：教師は、そのモジュールに関連した問題点を持ち出す一連の問題ベースの活動を概観する。そして、教室で、選ばれた問題に取り組んでいる他の先生のビデオを見る。それから授業の準備をする。

Into the classroom セッション：教師は実際に、生徒に同じ問題に取り組ませ、準備した授業を行ってみる。

Follow-up セッション：教師は、自分たちの授業で起こったことを互いに報告し、発問を振り返り、さらに関連する問題点について考える。

モジュールは、基本的には教師がグループで使用することを想定しているが、単独で使用することもできる。各々のモジュールには、その内容とその教育学上のねらいの広範囲な説明が含まれている。モジュールは広範囲にビデオを使用し、授業で新しい材料をためていたり、問題について同僚と話し合ったりしている先生の様子も提供している。それを適宜見ながら研修を進めるのである。

さらに、評価についても大切にしたい。カリキュラムだけを変えることは無意味なことはわかってきたからである。評価を変えることで、組織や構造を変えることもできるからである。ただし、評価には、政治や教育産業も絡み、難しい問題もある。

歴史のテストでは、エッセイを書かせてそれを評価しているが、数学の教師はそのようなことをしていない。政府がだしていたものは tiny な問題ばかりだったからである。また、大きな問題を解かそうとすると、数学者の中にも反対論が出た。そのような現状に対して、プロセススキルの評価の見本という意味も込めて、評価問題を開発した。（そうこうしているうちに、政府が試験をやめてしまった。政治や経済の問題が背景にあるので、今後、どうなるかはわからない。）

評価問題を、3 機関（フロイデンタール研究所、SHELL センター、アクミナ（民間会社））が枠組みも含めて開発した。最終的に、35 のアイテムが、同一の書式で収められている。（アイテム名、必要時間、対応レベルは資料 3 の通りである。）どのように構造を捉え、解決していくかをルーブリック化するとともに、いくつかの段階の生徒の記述例を挙げた。ケーススタディーで身につけたプロセススキルを評価することに焦点を当てたもので、評価問題の題材は、ケーススタディーとは関連はない。ただし、要望が多いので、現在、7 つのケーススタディーについて、題材も同じにした評価問題を作成中で、すでにトライアルも終えている（2011 年 1 月頃完成予定）。

〔評価に関する質疑〕

Q ケーススタディーと評価問題の違いは？

A 評価問題の方が短く、数学が捉えやすく、また、ケーススタディに比べて数学の問題を取り巻く「状況設定」が単純である。評価用につくられたものだからだ。

Q 35 の評価問題についても、どのケーススタディーのあとに用いるとよいか、といった対応表が必要ではないか。

A 作るべきかもしれないと思っている。

Q ICT を利用する評価問題は？

A 予算の問題もあり、そのような評価問題はまだない。

11月18日（木）

Arthur Terry School: <http://www.arthurterry.bham.sch.uk/>

ロンドンから高速鉄道で2時間半、イングランド第2の都市バーミンガムに移動した。Arthur Terry 校は、バーミンガムの駅からタクシーで20分程の閑静な住宅街にある学校である。Performing arts specialist school となっており、芸術教育に力を入れているとのことだった。最初に、生徒が、最近改築された、非常にきれいで開放的な校舎を案内してくれた。



この学校では、Bowland Maths の Assessment Task の Z-Factor を用いた授業を観察した。Z-Factor は Assessment Task 中の問題である。多くの生徒が見ているという人気の TV オーディション番組 X-Factor を題材とした以下の問題である。（著作権の関係で、教材名は Z-Factor としている。）

とても人気のあるテレビのタレントショーがある。4人の審査員は、それぞれの出し物に投票する。昨年は、およそ 182,000 の人々（あるいは出し物）が、そのショーの第一ラウンドのオーディションを受けた。

もし審査員がオーディションを受けたすべての出演者を審査したら（実際にはそういうことはないのだが！）、およそ何週間かかるだろうか？

この質問に答えるためには他にどのような情報が必要だろうか？いろいろな賢明な推測をして、この情報を考え出さない。あなたの推測を説明しなさい。

次の2つの授業は、隣接する教室で並行して行われた。

No	Time	Teacher	Bowland Maths	Year and Set
9-1	11:20-12:20	Shane Walsh	Z-Factor	Year 10
9-2	11:20-12:20	Amy	Z-Factor	Year 10

NO. 9-1

4人グループで8つのグループに分かれて座って授業が始まった。

まず、有名なイギリスのオーディション番組である X-factor の映像をユーチューブを使って流した。Cher Lloyd という女の子がオーディションを実際に行ってい



るところであった。右のような番組の映像を見終わった後、生徒から意見を聞く中で、1日に何回くらいのオーディションが行われるかということを追求することとなった。

そして、ペアで問題に取り組んだ。結果は、個々がそれぞれの用紙に書き込むようになっている。

<あるグループの解決>

From 8:00am to 7:00pm = 11 hours

11 hours - 1 hours = 10 hours とオーディション時間を仮定した。

そして1曲あたり約4分として次のように計算した。1時間は昼食時間として引いた。

$$10 \times 60 = 600$$

(minutes in a hour)

$$600 \div 4 = 150$$

(each audition is about 4 minutes)

このように出した後、審査する時間も必要ではないかという議論になり、次のように計算をし直した。

$$10 - \frac{1}{2} = 9\frac{1}{2} \text{ hours} \quad \text{審査する時間を}\frac{1}{2}\text{時間とした。}$$

$$9\frac{1}{2} \text{ hours} = 570 \text{ min}$$

$$570 \div 4 = 142.5$$

142.5 回

(each audition is about 4 minutes)

その後、それぞれのグループから1日に何回くらいのオーディションが行われると考えたかが発表された。各グループで求めた回数は、次の通りである。

25, 30, 143, 89, 158, 120, 230, 240

この後、先生が「ひかなければならない時間がある。何をひかなければならないかを考えながら求めてほしい」と言って、もう一度、考える時間をとった。

上記のグループは、次のように、オーディションの時間に審査の時間やオーディエンスの休み時間を引かなければならないと考えた。

From 11:00am to 6:00pm = 11 hours

$$7 \times 60 = 420$$

(min)

$$420 - 120 = 300$$

(mins because of break for judges and mins broken audience)

$$300 \div 4 = 75 \text{ people a day}$$

(min for each auditions)

この段階で、生徒に「このオーディションには182,000人ものひとが応募した」ということを伝え、全員の審査には、どのくらい時間がかかるだろうか？という課題を投げかけた。

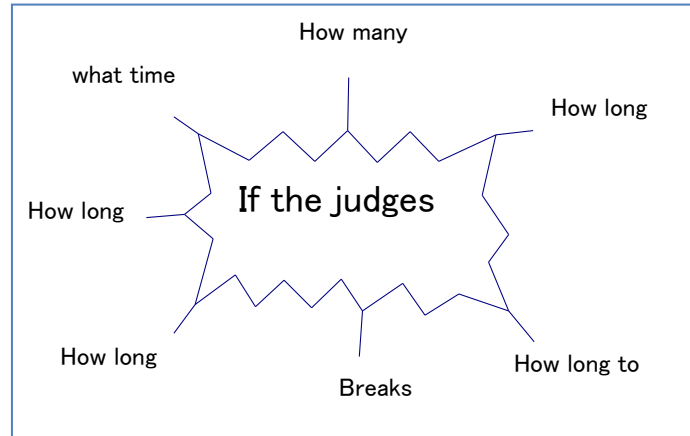
その後、隣のクラスへ行って意見交換したりグループで引き続き議論したりしていた。

各グループの解決を、来週、となりのクラスの生徒に評価してもらうので、根拠となる計算とともにミニポスターにまとめるように伝えた。そして、最後にループリックを用いて自己評価をさせた。

NO. 9-2

24名の生徒が6つのグループに分かれて着席していた。はじめにYouTubeにある本物の番組を見せた。生徒は歓声をあげながら、興味をもってその動画を見ていた。その上で、「全員を審査するとしたら、どのくらいの時間がかかるか？」と投げかけた。そして、生徒を指名し、「何がわかれば予想できるか？」と問うことを繰り返した。それを下図のようにホワイトボードに書いていった。生徒は、人数、1人あたりの時間、休憩時間、週に何日行うかを挙げた。

考えが出なくなった時点で、再度、YouTubeで番組のオーディションの様子を見せた。生徒は、1人あたりの時間には、審査員のコメントも含むのかと質問した。さらに、入れ替えの時間、ステージ上で歩く時間、毎日のオーディションを行う時間が挙げられた。そして、それらの値を推測して決めるように、すなわち仮定するように促した。たとえば、ある生徒は1人あたりの時間はコメントを含め4分と仮定した。4分の根拠（理由）を記述はしていなかった。まったく仮定できない生徒も見受けられた。



教師は、机間指導で助言をしたり、グループ内で相談するよう促したりしたが、思うように活動は進まず、教室全体が散漫になってしまった。

授業開始から40分が経過した時点で、となりの教室（NO. 9-1）へ「スパイに行く」よう指示した。各グループから1名が出かけ、逆に、となりの教室から1名がやってきた。「スパイ」の生徒といっしょにとなりの教室へ行ってみると、思考の質が大きく異なっていた。こちらの教室では、評価の観点シートを配布しており、仮定した値の根拠についても記述していた。

コメント

印象深かったのは、生徒が、仮定をどう置くかや、何を仮定と考えるかなどを意識して問題に取り組んでいたことである。私たちも、ユーチューブのx-factorの映像を授業の最初にみたときは、これからどのように「数学する」のかが全く見当が付かなかった。そのくらいオープンな課題なので、生徒は、自分で仮定を置かざるを得ないのである。その際の授業の進め方が、No. 9-1と9-2ではかなり異なっていた。No9-1のShane先生は、生徒の意見の中から最初に1日に何回くらいのオーディションが行われるかを取り上げ、暗黙裏に、自分なりの根拠を持って仮定を置くことを生徒に伝えている。一方、No9-2の先生は、「全員を審査するとしたら、どのくらいの時間がかかるか？」と投げかけた後、「何がわかれば予想できるか？」と問うことだけを繰り返していた。プロセススキルを学ばせる（引き出す）上での教師の授業力の差が現れたと考えられる。

一方、本問題は、生徒にとって予測する必要性がうすい面がある。関心が持続しない生徒がいたのは、このことも関係していると考ええる。これは、上述したようにAssessmentTaskの問題であり、仮定をおき、計算をして予測するスキルの評価を目的としているためだと考えられる。このような欠点を補うことも意図して、隣の教室に「スパイ」に行かせたり、ポスターを作らせクラス間で競わせたりするなどの工夫をしていたと思われる。

もう一つ印象深かったのは、生徒達のグループでの議論をみていると、自分で考えた答えを次々と自分たちで修正していることが目に付いた。しかも、前にやった過程を残して、次々と新

しい解決を試みるのである。日本の子どもたちの傾向を見てみると、次の考えが浮かぶと、前のノートの記述を全部消してもう一度やり直すことが多い。この学校の生徒のように自分の思考の過程が残るようなノート指導が必要であると考ええる。

[数学的判断力の育成という点から]

仮定において予測をし、その結果にもとづいて判断することは、シミュレーションを用いた判断にもつながる、重要な考え方である。その際には、いかに妥当な仮定をおくか、すなわち、自他が納得できる仮定をおくかがキーとなる。教材に改善の余地はあるものの、そのようなスキルに焦点を当てた授業として、示唆に富んでいると考える。

インタビュー（Shane 先生（授業者））

- ・教師になって4年目になる。約1年前、それまでの伝統的な授業に疑問をもつようになった。
- ・「考えることのできない生徒たち」の指導を考えていたときに、Bowland Maths.に出会った。そして、Shell センターの Malcolm Swan 先生の研究公募に応募した。
- ・Assessment Task の開発にあたって実施された Trial にも参加した。
- ・当初、自分が「プロセス」の指導の在り方がわかっていなかったことを思い知らされた。そして、新しい教授法の必要性を痛切に感じた。教授法を考えるには、教師も学校も、子どもがどのように力を付けるかを理解する必要がある。（この学校でも、他の教師は「教え込み」が中心とのことだった。）
- ・生徒どうしの「相互理解」「相互指導」が重要であると思っている。自分がわからないとき知りたいと思わなければいけない。そして、他者との協力や、助けを求めることができるようにしなければならないからだ。
- ・オープンタスクへの対応と伝統的課題への対応は、異なるスキルを必要とする。教授法とともに、生徒たちに提示する「課題」をあわせて検討することの重要性も認識した。教師主導の指導から生徒主体の授業への変容を促すために、最初は、「通常の教材」と「Bowland Maths.の教材」を取り混ぜながら指導の改善を図っていくことが大切であると考えている。
- ・オープンタスクを扱うためには、教師にも指導力が求められるし、生徒にも、オープンタスクに取り組むためのスキルが求められる。
- ・そのためには、特に、生徒どうしのコミュニケーション活動が重要であると考えている。
- ・プロセススキルを測ることは難しい。子どもに改善させるのも難しい。だから、Assessment Task を用いている。それには、個別に取り組ませることも、授業としてやって自己評価や他者評価させることもある。もともと両方が想定されている。
- ・Assessment Task においては、形成的評価として、自己評価やグループ評価にも取り組ませている。前者には、例えば「他の人がどのようにやったかがよくわかった」など、後者には「自分はこうやっていたが、相談して、他の人がこうやっていたので・・・」というようなものである。
- ・（校長先生のコメント）PISA では数学の一番クリエイティブなところが測定できていないと思っている。Bowland Maths.で学んだ生徒は、伝統的な数学もできるし、大学入試でもうまくいくはず。GCSE も出題傾向が変わる予定である。

インタビュー（Elnaz 先生（近隣校、Shane 先生の研究仲間））

- ・勤務校である学校はイギリスでは National Challenge School といわれているが、貧しい子供が多く、学習レベルに問題があるためその改良が政策課題となっている学校である。英語を第二言語とする生徒も多い（72%）。そのため、英語による授業に支障をきたす場合も多い。

はじめは生徒を座らせるのも大変だった。（Elnaz 先生もイラン出身である。教職歴 2 年目。）

- ・自分が教育実習生としてこの学校に行ったとき、Bowland Maths の「クラッシュテスト」を使ってみたが、大好評だった。
- ・「You Reckon」（オリンピックスタジアムに収容できる人数を考える教材）を取りあげ、生徒たちのワークシートをオリンピック委員会に送付し、ホームページの背景に使われている。生徒たちが生き生きと学習をしており、通常の授業との違いにとっても驚いた。
- ・Shane 先生ともやり取りをしながら、Bowland Maths を使った授業に取り組んでいる。
- ・昨年のもイースターのとき、マンチェスターで開催された Malcolm Swan 先生のセッションに参加し、Assessment Task について学んだ。
- ・学校では、2012 年に GCSE の Functional Skills に 82% の生徒を合格させることを目標にしている。問題になるのは、習熟度の低い生徒たちで、彼らの自信や思考力を高めることが要請されている。Bowland Maths は、そうした生徒たちの興味・関心を喚起する上で有効である。
- ・生徒たちどうしのディスカッションを通じて、プロセススキルが強化されていると感じている。
- ・Assessment Task に基づいた授業も実施している。例えば、次のような「Security Camera」の教材を使って授業を行っている。
- ・次のような研究を行っている。



- ①Bowland や Nuffield の Assessment Task を利用しながら、毎週 1 時間の授業を実施している。各 task には、2 週間（つまり、2 時間）をかけている。
- ②第 1 時では、まず task に取り組む。第 2 時では、生徒どうしによる相互評価と学習の改善を行う。
 - 1) 第 3 時には、Shane 先生のクラスと自分のクラスとの間で、相互評価を行っている。
 - 2) 「クローズドエンド」な課題から「オープンエンド」な課題への移行を重視している。
- ③評価を通じて、研究成果を比較したいと考えている。
- ④生徒たちは、次のような感想を寄せている。
 - 1) おもしろい。
 - 2) いろいろなことを学習できた。
 - 3) これまであまり話したことのない友だちとも一緒に取り組むことができた。
- ・Shane 先生のクラスの生徒たちとの相互評価は、具体的には、週 1 時間は activity として、6 つの Assessment Task を選び、取り組ませている。その結果を学校間で交換し、翌週、生徒がコメントを書き入れる。そして、それをまた戻す。何をしているかを読み取ることも数学の力となる。また、グループワークのスキルもアップしている。年度の終わりに進歩を比較したいと考えている。
- ・Assessment Task の利用について：

Case Study よりも Assessment Task を利用する理由は、次の通りである。つまり、授業で取り扱う分量はわずかになるかもしれないが、こうした問題をできるだけしばしば扱いたいと考えているからである。「数学」に注目するのではなく、むしろ「数学的思考」に注目しな

がら、時間の変容とともに、キー・プロセスがどのように発達するかということに我々は関心をもっている。Task の長所は、授業の枠にちょうどうまく合うからであり、生徒たちも、自分自身のレベルで、その Task に取り組むことができる。もし、その Task があまり好きでなかったとしても、最大で2時間の授業だけ、その Task に取り組めばすむ。できるだけしばしば Task を取りあげることによって、生徒たちの取り組みの変容を考察することができる。また、そうした変容は、生徒たち自身でも把握可能なものである。

- ・ Assessment Task の評価については、当初、「Little progress」, 「Some progress」, 「Task accomplished」という水準が設けられていたが、「progression」という表現に改められた経緯がある(表1 参照)。自分は授業で使っていく中で、子ども用のルーブリックも必要だと気づき作成した。何を目標としているかを子どもにわかりやすくしたかったからだ。

なお、この学校では、Bowland Maths を用いない、数学の授業も観察した。

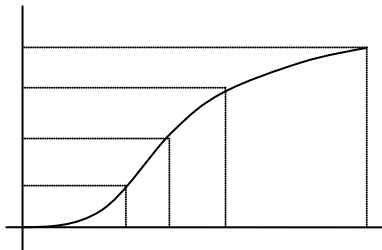
① 13 年生 A クラス, 「メカニク」の授業

ボールの投げ上げを題材にした数学と物理を合わせた内容の授業であった。

昨日の授業のビデオ(いろいろなボールをラケットで打った様子)を見ながら、その軌跡が放物線になることを確認した。ボールの進み方に関わる要素(初速度、重さなど)を挙げさせた後、教師は生徒と問答しながら放物線になる理由を説明した。最後に学習した内容をテキストで確認してまとめた。

② 10 年生 Shane 先生の授業

パレート図と箱ひげ図を対応させる授業だった。Bowland Maths ではなく、他のテキストにある課題である。前時までにパレート図については学習を済ませ、本時は箱ひげ図から傾向を読み取ることが目標だった。同じデータをパレート図と箱ひげ図で表したものの 8 ペアがばらばらになっており、その対応を考えていく。



箱ひげ図と対応させるために、上の図のように縦軸を4等分し、パレート図でその4等分した値の y 座標に対応する x 座標を読んでいく。Range と第1四分位数と第3四分位数を対応していくことで、箱ひげ図を選択していった。生徒たちは4人グループになっており、その中で2人ずつのグループをつくりそれぞれ課題に取り組んでいた。日本では行われていない授業だったので新鮮だった。

授業の最後では、2つの箱ひげ図を示して、どのスポーツの箱ひげ図かと投げかけた。生徒たちはフットボールとゴルフと答え、そう考えられる理由も説明した。

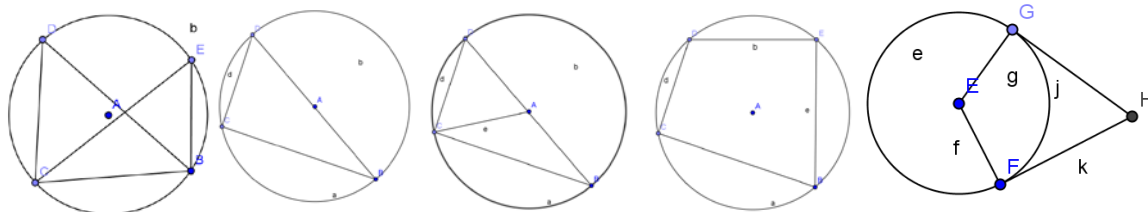
生徒たちは積極的に活動していた。

③ 11 年生 円周角の授業

21 名に対する授業。はじめに円が5つかかれたプリントを配布し、インタラクティブホワイトボードで提示した図と同じ図をかくよう指示した。

中心角と円周角の関係などを探求させるために、分度器で角の大きさを測らせた。自分たちで作図していることもあり、誤差も大きく、例えば、直角を 89° と測定している生徒も少なからず見受

けられた。教師は、机間指導をしていくが、全体に対する指示がないため、しだいに散漫になっていった。25分経過した時点で、1～5からわかる性質について説明した。その後、練習問題に取り組んだ。



円周角は等しい 直径の円周角は 90° 中心角の $1/2$

対角の和が 180°

④ 11 年生

立方体とそれに内接する球がある。その隙間の体積を求める問題が前時の宿題になっていた。提出されたワークシートの中から、正解と誤答例4つを選び配布した。どこがどのように誤っているかを明らかにするよう指示した。生徒はペアや小グループで話し合い、その結果を発表した。次に、体積に関わる問題づくりをさせた。採点表まで作ることを要求している。生徒は、採点表は普段も見ているが、作成するのは初めてのことである。これらの活動もペアや小グループで取り組んでいる。立体を組み合わせたロボットの体積、4つのテニスボールが入る円柱の体積などの問題を作っていた。授業後、生徒は問題づくりについて「自由にできたので楽しかった」「チームで取り組めたのでおもしろかった」と感想を述べていた。

19:00—20:30 Daniel Pead, Shell Centre

1983 年、ギャップイヤー（高校卒業後から大学入学までの 1 年間）にシェルセンターに入った。シェルセンターは、石油会社のシェルの資金でできたセンターである。

80 年代は教育ソフトウェアの開発（Language of Functions & Graphs など³）に携わった。また、同時取り組んでいたメタ認知の研究がその後の研究の基盤となった。例えば、レーザーディスク教材（グラフのミスコンセプションを解説、問題解決と数など）を作成した。これは普及しなかった。

90 年代に Bowland Maths の芽とも言える、Numeracy through problem solving という教材を開発した。これは、旅行の企画を立てたり、クイズショー形式であったりとおもしろく、いまでも関心を持つ人は多い。

教材は「試験」とリンクしていないと使われない面があるので、「ワールドクラステスト」⁴を開発した。これは主として才能児を対象としたもので、いまで言うところのプロセススキルに焦点をあてたもので、科学と数学における問題解決である。半分はペーパーベース、半分はコンピュータベースである。例えば、フローターズと言う ICT シミュレーションでは、物を水に落として浮かぶかどうか、その結果を見てどのような探究をするかを見るものである。いま、中国で関心を持たれているようだ。

³ <http://www.nationalstemcentre.org.uk/elibrary/resource/350/language-of-functions-and-graphs>,
<http://www.nationalstemcentre.org.uk/elibrary/resource/349/problems-with-patterns-and-numbers>

⁴ <http://www.worldclassarena.org>, There is a rather better collection of examples of the computer-based tasks from World Class Tests in the appendix of my thesis at: <http://www.mathshell.org/papers/dpthesis/appendix.htm>

また、90年代後半には、アメリカ用の教材として「バランスアセスメント」⁵をつくった。シェールセンターの main partner/customerである Silicon Valley Mathematics Initiative (Intelの基金、教師教育にも力を入れている)の依頼である。カリキュラムはプロセススキルを重視しているが、その指導や評価が必ずしもうまくいっていないこと(内容重視になりがち)、企業にとってはプロセススキルが重要であるという認識にもとづいてのことである。内容からもう少しプロセスに重点を移すことを意図した、15~30分で解決可能なペーパーベースの評価問題で、評価規準にもとづいて評価する。ミシガン州をはじめとするいくつかの州や教委で採用されている。

さらに、「パープルボックス」⁶もつくった。これは、GCSE数学を落した人たちのためのものである。同じ学習を繰り返すことへの批判に応えた。すなわち、ミスコンセプションがある上に何度教えても無意味だと考え、それを表面化することに焦点を当てた。

他に文献として、"Inside the Black Box"⁷や"Collaborative Learning in Mathematics: A Challenge to Our Beliefs and Practices"⁸が参考になるだろう。前者には、形成的評価をいくら行っても、グレードを渡した途端それだけになってしまうというリサーチもある。後者では、richなフィードバックを与えて改善していくことを強調している。

現在、ビルゲイツの基金から、アメリカ・州スタンダード用の評価課題をつくってほしいという依頼を受けている。それはK-12年生用で、各20ユニットからなる。2週間に1回使用し、Task→協調学習→自分で改良→評価というサイクルを繰り返す。

Bowland Mathsのケーススタディのうち、暮らしの中の危険と交通事故の削減が、シェールセンターが開発したものである。PDモジュールも開発したが、それはビデオを使用することに特徴がある。子どもがあまりよい解答だけを見せられても学べないのと同じ発想で、モデル教師のものではない、Bowland Mathsを2~3回程度しか使用していない教師の授業を用いた。まさに、日本の研究授業の発想である。

アセスメントタスクは、2008年に5つ、2010年に2つ担当した。はじめは、ナショナルテストの内容がひどいので、このような評価問題があるということを示すために作っていた。ナショナルテストがなくなったので、形成的評価で progression を重視した。このルーブリックは、これまでの経験とトライアルからのエビデンスに基づいて作成した。

Q 評価問題を用いて、授業をしているのを見たが・・・

A 形成的評価なので評価問題を使用して授業を行い、その様子や結果を評価することは十分あり得る。

Q 評価課題にITが使われていないが・・・

A お金の問題が大きい。

Q ある課題のBと別の課題のBのような規準間の整合性は？

A バリエーションがある。スタンダードは持たないというのが理念である。

Q ナショナルカリキュラムのレベルのようなものは考えられないのか。

A プロセススキルは、文脈に依存するし、数学の内容との関係もあるので、難しい気がする。

内容のレベルも求めれば求めるほど細かくなっていく。プロセススキルでやるともっと火扱い結果になりそう。Big Pictureがないと使えない。

⁵ <http://www.svmimac.org/>

⁶ <http://www.nationalstemcentre.org.uk/elibrary/collection/282/improving-learning-in-mathematics>

⁷ http://www.amazon.co.uk/Inside-Black-Box-Standards-Assessment/dp/0708713815/ref=pd_sim_b_1, 概要は http://www.educationaldesigner.org/ed/volume1/issue1/article1/index.htm#h2_6

⁸ http://www.amazon.co.uk/Collaborative-Learning-Mathematics-Challenge-Practices/dp/186201311X/ref=sr_1_1?s=books&ie=UTF8&qid=1290166565&sr=1-1

11月19日(金)

West Park School: <http://www.westpark.derby.sch.uk/index.php>

West Park 校は、バーミンガムから北に 60km, Derby にある。下の写真にあるように, Specialist Mathematics and Computing School である。この日は, 「チャリティーの日」で, 生徒は募金をするかわりに, 自由な服装やコスチュームで登校してよいことになっているとのことだった。

この学校では, 「交通事故削減」と「クラッシュテスト」の授業を観察し, また, 授業後の生徒にインタビューを行った。後述するように, 生徒たちが, BowlandMaths のオープン課題の価値をよく理解し, 取り組んでいることに驚かされた。



No	Time	Teacher	Bowland Maths	Year and Set
10	9:00-10:00	Dominic Hudson	Reducing Road Accidents	Year
11-1	10:00-11:00	Dominic Hudson	Crash Test	Year 7
11-2	10:00-11:00		Crash Test	Year 7

No.10 の授業

(Reducing Road Accidents の STAGE 3)

はじめに, 市長の写真を見せ, 決められた予算で交通事故を削減するための方策を考えるという目的を確認した。次に, 本時までの内容を簡単に振り返った。その際に, 結論のみのものとグラフがあるものを例示し, どちらがよいかと投げかけた。少し, グループで意見交換をさせ, 後者の方がエビデンスがありよいということを確認した。さらに, 2名の生徒の昨日のワークシートを紹介した。

次に, プリント (次ページの S9) を配布し, パソコン (2人に1台) の電源を入れさせた。ホワイトボードに右のように書き, 本日の目標を明確にしてからペアの作業に入った。



By the end of today...

- Evidence of Where, When, What,
- How are you going to improve?
- How are you going to spend your budget?

ペアごとに興味深い探究活動が行われていた。例えば、あるグループは、学校の周辺の事故について「乗り物」で層別して調べ、さらにそれぞれの事故の曜日や天気を確認した。さらに、「速度」で層別し、速度超過での事故が多いと判断した場所に「Speed humps」を設置した。層別しながらどこにどのような対策が必要かを考えているペアは全体の3分の1程度であった。学校の近くの事故が多いことからスクールバスを導入すればよいと考え、インターネットでスクールバスの金額を調べていたペアも見受けられた。

その間、机間指導をしながら、全体にくっつかの考えを紹介した（ワークシートを投影）。例えば、地図に印をつけ、何を設置するかを示した生徒を取り上げ、「いい考えだね。あとはエビデンスを示すといいね」とコメントした。また、Lollipop ladyを1年間1人£5000で2人配置するという方策を発表させ、その位置の書き方を全体で確認した。その位置は座標でいうと(1000, 725)の地点である。

残り20分の時点で、1つのグループに発表してもらうので、その準備をするよう促した。残り10分、1つのグループを指名し発表させた。信号を設置するとし、その位置を画面で示し、理由を述べた。

A plan for improving road safety

You have a budget of £100,000 to spend on reducing road accidents. Your task is to prepare a plan for the town council answering the following questions:

1. What are main reasons for the road accidents?
Where are the accidents located?
Who do they affect most?
When do they happen?
2. What is your evidence?
Use maps, graphs and charts to back up your answer.
3. Suggest a possible plan for reducing the number of these road accidents. Use some of the suggestions on sheet S10. Keep within your budget!
4. What would be the total cost of your plan?
5. About how many lives will you save?

Of course, there might be more than one problem, so there is likely to be more than one solution!

Prepare your case carefully, as you will need to present your arguments to the whole class.

Remember:

The best case will be the one that is likely to save the most lives and keep within budget. Try to make your case persuasive and back it up with evidence.

S9 Group task sheet

Road Safety campaign 	A poster and leaflet campaign can be effective when it targets a particular cause of accidents. You will need to describe: - the focus of the campaign, - the time of year it will appear, - the type of person it will target. You need to renew the campaign each year for it to continue having an effect.	£20,000 per year
Traffic lights 	Traffic lights can control the flow of traffic at junctions or other hazards, stopping some traffic while other traffic is allowed to go.	£30,000 per junction
Mini roundabout 	Mini-roundabouts are often only marked out with white paint. They are used on roads that have an average speed of 30mph or less. They are often used to reduce speed before a series of road humps.	£10,000
Large roundabout 	Large roundabouts are used to control the flow of traffic at junctions between major roads.	£40,500
Road narrowings 	Road narrowings slow traffic down by forcing one stream to give-way to the other. When they are on both sides of the road they are called chicanes or pinch points .	£10,000
Pelican crossing 	Pelican crossings control vehicle and pedestrian movements with traffic lights. Pedestrians must wait for the 'green man' before crossing the road.	£18,000
Cycle lane 	Cycle lanes help keep bikes separate from other road users. They can be either on the side of the road or off-road.	£60 per metre
Traffic island and pedestrian refuge 	Traffic islands in the centre of a road to help reduce vehicle speeds and stop over-taking. If it includes a gap in the middle of the island it is called a refuge ; it allows pedestrians to cross half the road at a time.	£3,000
Speed camera 	Speed cameras automatically photograph the number plates of drivers exceeding the speed limit. Many speeding drivers have been convicted by the photographic evidence.	£25,000
Speed humps 	Speed humps can only be put on roads with speed limits of 30 mph or less. A series of humps should be about 50 metres apart and have a speed reducing feature at both ends, such as a road narrowing or mini roundabout.	£1,000 per hump
School crossing patrol 	A lollipop lady can help to ensure the safety of younger children. It is helpful if approaching traffic is slowed down by other measures.	£5,000 per year

S10 Possible measures for improving road

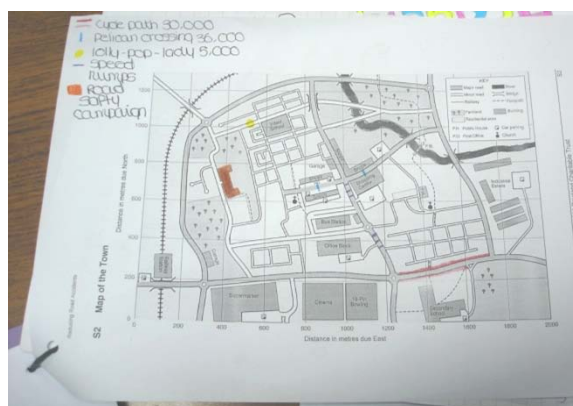
Tuesday 16th November 2010
Jessica Wallis

Reducing Road Accidents

S7: Making notes on your ideas (optional)

Each time you think you have found a possible cause of accidents, note down your thoughts in this table:

What is a possible main cause of accidents? Children going to school Speeding Most casualties happen to males	
Where do they occur? Around school on motorways	What is my evidence? It's all accidents happen around school time at at the start and the end of the day. People brake the speed limit and then they lose control and then they crash. This is because the weather conditions are foul.
When do they happen? When the children are walking to and from school.	What is my evidence? Because it is early and late so it is either dark or getting dark.
Early Early in the morning & late at night.	Because it is not so quiet so there is loads of traffic and pedestrians.
Who do they happen to? Children and Pedestrians.	What is my evidence? Because they are walking on the pavement or crossing the road it is easy for the car to get out of control and crash or they don't stop in time at traffic lights.
What might be done to reduce the number of accidents? Lollipop man or lady. Put more pelican crossings in. Reduce the speed limit.	



Budget Sheet

This sheet could assist you in keeping track of your ideas and costs.

Reduction Measure	Location	Cost	Quantity	Sub-Total
Cycle Path	(1300, 230) - (1700, 320)	1000 per hump	1	30,000 (70,000)
Pelican Crossing	(1100, 760) + (825, 700)	18,000 per crossing	2	36,000 (34,000)
School Crossing Patrol (lolly pop lady)	(475, 1010)	5,000 per year	1	5,000 (21,000)
Speed humps	(1500, 1100) (1500, 1100) (1500, 1100) (1500, 1100)			

〔コメント〕

前時までの概要を上手に確認していた。課題の目的をきちんと把握させてから今日の課題に入り、生徒たちの質問にも適切に答えていた。生徒の反応例をうまく取り上げ全体に紹介することにより学習内容を共有していた。

〔数学的判断力の育成という点から〕

データを分析して、どこでどのような事故が起こっているのか、何が原因で起こっているのかを調べ、予算内で事故を減らすための最も適切な対策を考えており、数学的判断力の育成につながる授業だと考える。

No.11-1 の授業

パソコンは1人1台。車種、速度、ぶつかる方向を指定し、「クラッシュテスト」（シミュレーション）を行い、そのダメージをプリントに記入する。ノートに結論を記述し、先生に見せる。先生からO.K.をもらおうと設定を変えてクラッシュテストを行うという作業の繰り返し。プリントの3枚目までいった生徒もいるが、2枚目に取り組んでいる生徒が多かった。1枚目でとまっている生徒もいた。3枚目の生徒は、時速60kmで、スポーツカーのフロントとサイド、スモールカーのフロントとサイドなどを調べるなど、場面設定に目的意識が見られた。

〔コメント〕

個人作業で先生とのやりとりだけで1時間が終わってしまったのは授業としてはもったいないように思った。ペアで相談をしながらクラッシュテストの場面を設定したり、その結果からどのような結論が導けるのかを議論したりするほうがBowland Mathsの趣旨にも合っているのではないかと。本時のような内容は宿題でもよいのではないかと思った。

先生はとても丁寧に一人ひとりのノートを見て、コメントをしていた。その成果の現われなのか、生徒たちは、結論を文章で上手にまとめることができていた。



No.11-2 の授業

27人の生徒が9グループに分かれていた。パソコンはグループごとに1台。

はじめにワークシートを返却し、前時の探究内容を発表させた。それは、「ファミリーカーは・・・」「スポーツカーは・・・」という仮説とそれを検証するためのテストである。本時も同様の探究を続けることになっていた。

<グループ1>

仮説：ファミリーカーが安全

テスト：ファミリーカーについて、サイドがぶつかる、速度を60→40→30

スモールカーについて、サイドがぶつかる、速度を30→40→60

スポーツカーについて、サイドがぶつかる、速度を40→60→30

このグループは、「サイドがぶつかる」に固定し、車種、速度を変えている。フロントについては調べていない。

<グループ2>

仮説：速度が速いとダメージが大きい。

テスト：車種を変えて、サイドがぶつかる、速度60と40について

このグループは、仮説とテストの条件の制御の対応が不十分である。

<グループ3>

仮説：ファミリーカーはスポーツカーより安全である。

テスト：フロントがぶつかる、速度40で車種を変える、次に速度30で車種を変える。

サイドがぶつかる、速度60と40について

このグループは、仮説とテストの条件の制御は対応している。その後、教師の助言により、サイドがぶつかる場合についても調べた。

45分が経過した時点で、いくつかのグループを指名し、発表させた。最後に、全体で、右のようなクラッシュテストの結果画面を見ながら、「ダメージとは何か」「・・・%とは何だ」と問いかけた。生徒からは「合計することに意味があるのか」「合計が同じならダメージは同じなのか」等の意見も出された。



[コメント]

前時と比べて、生徒の活動に違いがあるのかが気になる。また、クラッシュテストの結果を、生徒がどの程度信頼しているのか、現実性をともなっているのかも気になる点である。本時の最後の問いかけは、このことに関連すると思われる。

[数学的判断力の育成という点から]

クラッシュテストは、仮説を立てること、それに応じて条件を制御する、シミュレーションの結果から結論を導き出すというプロセスに焦点を当てている。これらは数学的判断力の構成要素であり、その意味で数学的判断力に関わる授業だと言える。本時は、数学の内容が用いられていない（数学的処理がない）が、今後、ダメージの数値化について考えたり、結果をグラフにして示したりするなどの活動を行うことが期待される。

インタビュー（授業者 Dominic 先生）

No10の交通事故の削減の授業は、このケーススタディの第3時である。DVDに示されている指導計画にそって、第1時は事故記録からその位置を特定する活動を行った。最後に、ソフトを使って答え合わせまで行った。第2時は、ソフトに慣れさせることを意図し、「バイク事故はあったか」「・・・の周辺ではどのような事故が多いか」「学校が始まる8～9時にはどのような事故が多いか」などを考えさせた。最後に、「パブのそばで夜11時に起きた事故の原因」を推測させた。グラフの機能をもっと使わせるとよかったと反省している。

Q Choose dataの機能を使っている（層別している）生徒とそうでない生徒がいたが・・・

A 違いが出た原因はよくわからない。その必要性を感じなかったということだから、事故に関するパターンを探すということをもっと強調すればよかったかもしれない。

Q 次の時間は？

A あと2時間やる。グループを変えて相談させたい。人に説明することで理解が深まるからだ。普段の授業でもディスカッションを重視している。

生徒へのインタビュー

No10 の授業を受けていた生徒の中の 8 名に対して、インタビューを行った。その概要は、以下の通りである。

Q 今日の授業の感想は？

- ・ おもしろかった。
- ・ おもしろいけど、それだけじゃなく数学 (grid を考える) も学んだ。
- ・ 数学だけじゃなく他のこと (例えばチームワーク いつもしゃべらない子としゃべるからおもしろい) も学べた。
- ・ 数学じゃないのに数学しているところがおもしろい。
- ・ 普通の数学は計算などをして、そのうちつまらなくなってくるので持続するのが難しいけどこれはおもしろい。問題設定がおもしろいから。
- ・ コンピュータを使いながら活動をするのがおもしろい。

Q 今日の問題 (交通事故の削減) を解決する中で最も大切だと思ったことは？

- ・ 予算をオーバーしないようにして、一番いい方法で使わなくてはならないので、バランスを考えることが重要だったし、難しかった。
- ・ ただしゃべっているだけでなく、書いて結果を示さなくてはならないこと。
- ・ チームワーク。いつもは会話をしないような友達ではない人と組んでお互いに話しながらしなければならぬこと。
- ・ 予算のなかで決めなければならぬこと。
- ・ チームワーク。自分がやりたいと友達のやりたいことを合わせたり、調整したりすること。

Q 今日の問題 (交通事故の削減) の印象は？ (先週の金曜日から始めて、今日は 3 回目)

- ・ エキサイティング。前に学習した「カンガルーの赤ちゃん」の問題に似ているから面白そうだった。
- ・ おもしろそうだけど、「カンガルー」とはちょっと違うと思った。こっちのほうが難しそうだったけど、実際にやってみるとそんなに難しくなかった。
- ・ 交通事故が数学とどういう関係があるのかと思った。
- ・ 「カンガルー」とは違ったおもしろさがあるといいなと思った。確かに違っていただけからよかった。同じことをしても勉強にならないから違ったものをもっとやりたい。

Q 大変だった点は？

- ・ すごく考えなくちゃいけない。「アウトブレイク」のときには、情報が比較的多く与えられたからそれほど大変ではなかったけれど、これは考える量が多くて大変だった。
- ・ グループワークがうまくいかないとき大変だった。

Q このように答えがひとつではない問題は思うか

- ・ 答えが 1 つしかないような普通の数学の問題だったら、間違ったらそれで終わりだけれど、この問題は多少間違っても後で修正をしながらできるからいい。
- ・ 1 つしか答えがない問題はだして頭を使わないけれど、このようにどこに何があるかわからないような問題は頭を使うからいい。
- ・ オープンエンドのほうが簡単だと思う。なぜかという、1 つの答えがあるわけではないので、いろいろなやり方で考えて仮説を立てていけばいいし、その局面、局面でやることを選んでいけばいいから。
- ・ たぶんこの問題に対しての解決方法は 100 万くらいあるだろう。信号機を置く位置をちょっと変えるだけで結果が違ってくる。それを考えるのがおもしろい。

- ・ 違う答えがあるからおもしろい。どこに置くのが一番いいかを判断しなくてはいけない。

Q 行き詰ったときにどうするか？

- ・ お互いに質問をし合えばよくなる。
- ・ 「アウトブレイク」のときにわからなかったことがあったが先生に聞くのが嫌だった。コンピュータで調べることができるよかった。

Q 学習をしたことが今後役立つと思うか、それはどんなことか

- ・ 交通関係の仕事について予算にあったことを考えるときに役立つ。
- ・ 予算管理は他のところでもあるから他のところでも役立つ。
- ・ 賢くものを選択するというのは考え方だからその考え方が役立つ。
- ・ ライフスキルとしてこういうことが大事だと思う。

Q 自分にどんな力がついたと思うか？

- ・ チームワーク。最初はけんかもしたが協力できるようになった。
- ・ 予算管理に関する感覚が身についた。買い物に行ったときにどのくらい使えばいいかわるようになった。

Q 数学は好きか？

- ・ いいえ（3人）。
- ・ 嫌いだったけどドミニク先生になって好きになった（2人）。
- ・ Bowland Maths はおもしろいし多くを学べる。
- ・ おもしろいと思うと勉強する。つまらないことをしていると身につかない。

Q 今までの数学に対する見方は変わったか？

- ・ 全員が Yes
- ・ Bowland Maths はいつも習っている数学とは違う。学び方も違う。

Q Bowland Maths を使う日本の先生へアドバイスを

- ・ しゃべるすぎないこと。少し言えばわかるし、考える時間が欲しいから。
- ・ 何をしなければならぬのかかわかって、ちょっと練習をしてから、自分でやってみると学習になる。
- ・ 最初にちゃんと課題を与えてその後は静かにやらせて欲しい。問題があったらいつでも先生に聞けるような環境を作って欲しい。



ドミニク先生：生徒がここまでよくわかって授業を受けていることに驚いた。自分が感じている Bowland Maths のよさを、生徒たちが、ここまでわかっているとは思っていなかった。

なお、いくつかの学校では、今回の私たちの訪問をニュースレターで紹介している。

Arthur Terry School

http://www.arthurterry.bham.sch.uk/index.php?option=com_content&view=article&id=277:att-dec-2010-issue&catid=5:general-school-news&Itemid=37

West Park School <http://www.westpark.derby.sch.uk/newsletters/NewsletteDecember2010.pdf>

【私たちにに対するインタビュー】

今回の実地調査の最後に、今回の調査をコーディネートしてくださった畠中倖さん（Bowland Maths, Advisor）から、インタビューを受けた。以下は、その内容である。

1. BowlandMaths の印象は？

（西村）第一に、普及するためには3本の脚（題材・教師教育・評価）のすべてが必要であり、それを”子どもにとって”興味深い教材で実現しているという点が素晴らしいです。これは言うは易し行うは難しで、日本で実現している教材はないです。また、それぞれが話題になることは多いですが、一体化して考得するという視点がないことに気づかされました。

第二に、教材のおもしろさとその多様性です。「枠組み」を設けずに、とにかく、おもしろい教材を募集したという点が印象に残っています。訪問前は、各ケーススタディーの構成のばらつきが気になっていたので、「枠組みは？」という質問をしたわけですが、多様性のよさの方を強く感じています。それは多様な学校、多様な生徒を見せていただいたからだと思います。

私もこれまでたくさんの教材を開発してきましたが、考えてみると、授業をして教師も生徒もお互いに楽しくなったというような教材は、指導したい数学の内容が先にあって考えたものではなく、新聞やテレビや街中で「数学」を見つけて、それを教材化したものです。このような創造的な教材を作成するときは、ボトムアップ方式でいくのがよいのだと感じました。

（清水）民間の発想を大いに取り入れ、国家の政策に危機感を持った心ある方々の熱意で作られている大変素晴らしいコンセプトを持った教材であることを確認いたしました。また、時間とお金と英知が詰まっていることもこの視察を通して感じました。日本を振り返って考えてみますと、日本の数学教育は知恵を絞って工夫されている点が多いですが、時間とお金をかけることができず、ポーランドマスのような時間をかけてじっくりとそして、企業などのアイデアをふんだんに取り入れて教材をつくるという発想がないのが現状です。なんとかポーランドマスのような取組ができるとよいと考えております。

（本田）西村先生から初めて教材を紹介されたとき、面白い教材集だと思いました。なぜなら、とても興味深い教材（生徒にとって身近だったりゲーム性ある）がたくさんあり、数学を自然に使いながら課題を解決していく教材だからです。また、教材（素材）の提供だけではなく、授業のすべてを扱っている点も興味を持ちました。

（山口）「楽しい教材」、「教材のオープン性」、「プロセス重視」、「プロセス指導に関する教師の職能発達の支援」、「評価の充実」といった基本的指針がはっきりしているというのが強い印象です。また、ICT利用において課題がある日本の算数・数学教育に対して、ICTという視座からも教材が充実しており、示唆に富んでいると感じました。

2. 見る前と見た後の違いは？

（西村）見る前は、Bowland Mathsを使った授業は、ソフトウェアやハンドアウトの利用を中心に解決が進められ、最後に発表をさせ、評価して終わり、という流れで、教師の力量の差はあまり見られないと想像していました。しかし、実際は、それが見られました。「授業をしたくなった」と私も清水先生も思ったわけですが、それは、教師の工夫のしどころがある教材、すなわち、自分ならこうする、というものが見えたからです。1に書きましたが、多様性の「よさ」がよくわかりました。

もうひとつは、オープンタスクに対する子どもの印象です。私たちの研究を進める上でも、いろいろな答えがあることを子どもがどう感じるのかが問題になっています。結局どれでもいいのか！というような結末が、次の意欲につながらないのではないかと危惧していたわけです。しか

し、授業を見て感想を聞いてみると、子どもたちがいろいろな答えの価値を認めており、安心しました。また、その背景には、自己評価や他者評価などの工夫があることもわかりました。

(清水) 日本でDVDのケーススタディを自分で試しているときは、ゲーム性の強い教材であるという印象を持っておりました。また、生徒がどんな反応をしてどのような活動をするのが想像できずにいました。しかし、実際に授業をみたり、生徒の話を聞いたりしてみると、チームワークやプレゼンテーション、批判的思考、問題解決能力といったプロセスを生徒たちが意識して取り組むことができる教材であることがわかりました。それは、課題に対して生徒たちの議論が活発であること、自分の考えを必ずノート、プリント、大きな画用紙などにきちんとまとめてプレゼンの準備をすること、結論、根拠をしっかりと記述していることなどから伺えました。私たちはどうしても数学のコンテンツに目が向いてしまい、今日の数学の授業でどんな数学を学んだのかということが気になります。しかし、この教材を作るときにコンテンツではなくプロセスを強く強調して教材開発をなさっているということがこの視察を通して、よくわかりました。生徒たちもそれを意識して取り組んでいることが分かりました。

(本田) Bowland Mathsの授業では、イギリスの先生方は、生徒たちをもっと放任しているのかと想像していました。しかし、今回拝見させていただいた授業では、ペアや小グループによる数学的活動を先生が的確に把握し、適切なアドバイスを与えたり、クラス全体で共有したりすることができていました。

(山口) 西村先生の科研研究会において、予め教材について議論をしておりましたが、やはり開発に携わった方々のお話を直接うかがったり、授業を参観することによって、より具体的なイメージをもつことができました。

3. Bowland Mathsの良いところは？

(西村) 繰り返しになりますが、普及するためには3本の脚（題材・教師教育・評価）のすべてが必要であり、それを、”子どもにとって”興味深い教材で実現しているという点につきます。

(清水) 日本でもそうですが、数学の授業の典型的な悪い例は、まず、今日やる数学のやり方を例題を通して教え、その後、適応問題に生徒が取り組むという流れだと思います。先生がしゃべりすぎて解決の道筋も最初にすべて先生が教え込むという授業です。しかし、この教材を使えば、必ず生徒の考える場面が設定されることです。ですから教え込みや先生が一方的にどんどんしゃべるような授業にはならないということがよさだと思います。ですから、若い経験の先生もこの教材を使ってその通りにやれば、数学のよい授業の型で授業ができるということがよさだと思います。一番授業がよくなかった1日目の最後の先生のTraffic Accidentの授業でも生徒たちの考える場面があったと思います。ですので、どの授業を参観しても生徒の思考の様相がよく見えたというのが大変驚きでありました。また、生徒それぞれの考えによって答えが変わってくるということもこの教材のよいところだと思います。数学は答えが1つであるということが我々も生徒たちも既成概念としてあると思いますので、その概念を打ち崩して柔軟な思考を生み出す可能性があると考えます。

(本田) 面白い教材集だと思った理由と重なります。とても興味深い教材（生徒にとって身近だったりゲーム性ある）がたくさんあること。数学を自然に使いながら課題を解決していくこと。教材（素材）の提供だけではなく、授業のすべてを扱っていること。これに加えて、Bowland Mathsを授業で扱うために教師は教材研究を行うので、教師のスキルアップにつながると点もよい点だと思います。個人で行う教材研究もあるし、教科内での共同研究、またshane先生たちのように学校を超えての教材研究など、Bowland Mathsを通して研究の和が広がります。今回の私たちの訪問も含まれます。

(山口) 上記1とも関連しますが、「楽しい教材」, 「教材のオープン性」, 「プロセス重視」, 「プロセス指導に関する教師の職能発達の支援」, 「評価の充実」といった基本的指針が明確であることがあげられます。特に, 「プロセス重視」の方向性は, イギリスのナショナル・カリキュラムのみならず, アメリカ・NCTMによる「スタンダード2000」, 日本の学習指導要領においても強調されています。例えば, 日本の場合, 平成20年改訂の学習指導要領において, 「算数的活動」や「数学的活動」が「内容」として位置づけられましたが, その充実や評価の在り方は今後の大きな課題となっています。その意味で, BowlandMathsが, プロセスに関する具体的な教材を提供し, Assessment Taskや教師のPDに関する支援を充実させていることは先駆的であると考えます。

4. 改良すべき点は？

(西村) ゲーム性がある教材(エイリアンやアウトブレイク)の方が人気があるという点が, 少し残念に思います。プロセススキルの質という点で, 交通事故削減や水の分配などがより注目されるような働きかけがあるとよいかと思います。

もうひとつは, 解決した後で, 自分の結果を現実に照らして検証し修正できるような活動が盛り込める, 扱いやすい教材がもっとあってよいかと思います。例えば, ピザの配達の問題は, 数学を用いて予測した, 冷めずに配達できる地域を, 実際に検証することができます。もし, 冷めてしまうという結果がでれば, 冷める時間の数学的モデルあるいは配達にかかる時間の数学的モデルを修正する必要がでできます。商品戦争でスムージーを実際に作り, 飲んでみて, 目的も持って修正していくことも同じです。子どもにとって, よりリアリティーが増すとともに, 修正するというプロセススキルも学べるからです。

(清水) この教材の通りに授業を流せば, とりあえず問題解決型の授業が展開できるというよさがある反面, 先生方がこの通りに流せばよいのだという安易な発想で授業をしてしまう恐れがあるのではと思います。ですので, 先生方がこの教材を工夫できる余地を残したり, アレンジできたりするよう, 生徒の実態に応じて先生方が工夫できたり, 考えたりできるような補助があるとさらによくなると思います。しかし, その前にイギリスのすべての先生方にこのボーランドマスを知っていただき, 実際に授業をしていただくことが先決だと思いますが・・・。

(本田) 扱う数学的な内容がわかりにくくなるようにあえてなさっていると伺い, その趣旨を理解はしましたが, 教師の立場では, はっきりとわかるほうが扱いやすいです。

(山口) 期間中にも話題になっていましたが, 教材の背景にある数学的内容がさらに充実すると, よりよいと感じます。ただ, このことが強調されすぎると, 「プロセス」の指導に特化するというBowland Mathsの本来の趣旨が曖昧になるので, そのバランスを慎重に検討することが大切であると感じます。

5. 優秀な学生でも, そうでない学生でも使える教材か？

(西村) 両方の学生に必要です。扱い方は異なると思いますが, それは普通の数学の授業の場合も同様です。生徒の実態に応じた支援が必要になります。この支援を考えることができるかが, この文脈での「力量」ではないでしょうか。子どもの実態をきちんとつかみ, 足りないものを直接与えてしまうのではなく, その子どもが自分の力で獲得したと思えるような支援(特に発問や助言)ができている先生の授業はうまくいきます。これは先生の「姿勢」(数学教育観)に影響する面が大きいので, 教員歴は重要なファクターではないと思います。

(清水) 私は, どちらの生徒にも適していると考えます。使っている数学の内容は簡単なもので, 使う数学が理解できないことはないということと, 生徒の解決の観点によって答えが変わるので,

優秀な生徒は優秀な生徒なりに深く考え答えが出せるし、そうでない生徒もその生徒なりに稚拙でも答えが出せるのでどんな生徒にも適していると思います。ゲームの感覚や遊び感覚で授業に入ることができ、やはりしっかりとその授業の流れが吟味されているので、次第に数学的に考えるおもしろさに気づけるのではと思います。まずはこのDVD

を使って遊ばせるということも下位の生徒たちには大切であると思います。

(本田) 両方に適した教材だと思います。優秀な生徒（数学の問題がよく解ける生徒）でも Bowland Maths にあるような課題を解決するような力はない場合も多い。Bowland Maths によってグループ学習の仕方や議論の仕方、数学を用いた判断力を育成することができます。

(山口) 両者に使えると考えます。対象となっているクラスの子どもたちの習熟度に依存しながら、授業における「プロセス」に関する目標水準も自ずと変わるように思います。それに対応して使い方も変わってくるように思います。

（２）優秀でない学生のために有効に使うためには先生の力が必要という判断は正しいか。先生の「力量」とは本当に必要か。実習中の学生が最低に近い学校のなかで成功しており、他でも経験も少なく教師暦の浅い若い先生方が活躍しているのはなぜか。

(清水) やはり、このボーランドマスの精神をきちんと理解し、この教材のよさをしっかりと理解することが必要だと思います。前述したように力量のない先生でもそれなりに授業ができてしまう教材なのですが、それぞれの答えが違ってきたりするので、それを交通整理する先生の力量は絶対必要だと思います。

(本田) 優秀な学生はどんな教材でも勉強できるが優秀でない学生には特に必要で適している—というドミニク先生の考えに賛成です。優秀でない生徒は、数学に興味を示さないから優秀でない場合も多くあります。Bowland Maths と生徒たちが会うことにより数学に興味を示すことにつながることを期待できます。また、優秀ではない生徒でも Bowland Maths の学習を通して、自分の考えをもつこと、人と対話すること、判断することなどの力を伸ばすことができます。また、今回の多数の授業観察の結果、Bowland Maths のように立派な教材でも先生によってその教材が生きる場合とそうでない場合があることがわかりました。レッスンプランの通りに進めたとしても先生の日ごろの授業観がどうしても授業に現れるからだと思います。若い先生方は、Bowland Maths に取り組むために熱心に教材研究をしたり先生方で授業研究をなさったりして、経験が少ない分をカバーしているからうまくいっているのだと思います。

(山口) 子どもの習熟度にかかわらず、教師の指導力は、重要な要因になると思います。

6. 一番印象に残った良い授業は

(西村) ドミニク先生の交通事故削減の授業です。教材の全体像（文脈上の解決の目的と、授業での目標）を生徒に理解させた授業で、あの教材のよさを十二分に引き出せていたと思います。

また、初日の午前の授業も同様の点で、印象に残っています。

(清水) 最後の日の Traffic Accident の授業です。これは畠中様に詳しくお話ししたとおり、何をやるべきか最後のゴール地点をしっかりと示していることや、よい生徒の記述をみんなに提示して目指すべき方向性を示していること、ペア同士の議論が活発であったこと、ソフトのよさを生かして生徒たちが考えていたところ等、見ていておもしろかったです。

(本田) ドミニク先生の授業です。何が良かったかという点、60分間の使い方、振り返り・全体での課題把握などが適切なところで行われていたことです。課題に取り組む生徒たちがとても意欲的で、興味深い反応を示していました。

(山口) 最終日の Hudson 先生の授業が印象に残りました。次は、初日午前中の 2 つの授業です。

7. 印象に残った悪い授業例は（何が悪かったか）？

(西村) Shane 先生の向かい側の教室でやられていた女性の Xfactor の授業です。

予測するのに必要な変数を出させていくのですが、自由に考える時間を設けずに、先生が質問し、指名して答えさせることが繰り返され、生徒の創造性を奪っていたからです。生徒は課題自体には興味を持っていた分、生徒が引いていく様子を目の当たりにし、とても印象に残っています。

(清水) 最初の日の Traffic Accident の授業です。教材を十分に理解されていると思えなかったところです。

先生の口調や姿勢など問題があったように思います。しかし、生徒はとても一生懸命取り組んでいたことが印象に残っています。

(本田) 月曜日の午後の授業 2 つ。コンピュータを使った授業では、放任しすぎていました。何となく訪問先を選んでいたような印象を受けました。目的意識がはっきりとしないので、よい活動になったとは言えないと思います。

どちらも先生と生徒の信頼関係が感じられませんでした。

(山口) 初日の午後の 2 つの授業でした。残念ながら、授業の目標がやや曖昧であり、子どもたちの活動に対しても、的確な指示がなされていなかったように感じました。

8. Shane 先生の Box Chart と X-Factor の授業の違いは感じられたか？

(山口) 2 つの授業を拝見しながら、Shane 先生は、子どもたちの活動やディスカッションを大切にするという指導観をお持ちであるという印象をもちました。2 つの授業とも、基本的には、良い授業であったと感じました。その上で、Box Chart と X-Factor の授業の違いとしては、前者が統計の内容を重視しているのに対し、後者は、課題もオープンで、プロセスを重視している点において、授業の目標が異なると感じています。

謝辞

今回の実地調査に際しては、畠中倖さん (Bowland Maths, Advisor) には、訪問校や Alice Onion (Bowland Maths, Advisor), Quentin Thompson (Bowland Maths, Project Director), Daniel Pead (Shell Centre) のインタビューの手配をしていただいたのみならず、全行程をご同行くださった。畠中さんのご尽力がなければ、本実地調査は実現しなかった。あらためて御礼申し上げます。