

「なぜ数学を学ぶのか・教師が数学を教える意味を考える」 VOL. 1

～ 数学の授業での teaching と coaching (生徒の主体性を引き出す取り組み) ～

1. これまでの数実研での取り組み

この研究会において、これまでに、「素数から暗号へ」「ベイズ統計学を用いた数学 A での条件付き確率の導入の工夫」について発表をしたが、生徒が数学を学ぶことが日常生活においてどう活かされているのかを知ることで、「数学を学んで良かった」という実感を生徒に持ってほしいという思いがあった。

2. 「なぜ数学を学ぶのか？」について、様々な角度から考えていきたい。

先生方は、生徒たちに「なぜ数学を学ぶのか」と聞かれたら、どのように答えますか？

また、生徒たちは、数学に何を期待しているでしょうか。

3. なるべく日常生活に生きることを実感させたい。

学んだ分野がどのように発展していくかを教師が把握しておくこと。高校では、生徒も把握しておくことが大切ではないかと思えます。

その上で、やはり、生徒たちが一番身近な話題はお金に関するのではないかと思えます。ローンの話、確率と保険の話ネタとしながら、数学に苦手意識を持たずに必要なときに、自分の頭でしっかり考えて決断できる生徒に育ってほしいと思えます。

4. 何のために数学教育はあるのか？

「生徒に数学を通して歴史を後生に伝える」

「生徒が数学的にものごとをとらえること」

「生徒が柔軟に未来を創造していくこと」

ざっくり話を進めますのでご了承下さい。

歴史の話になりますが、「暦を作るため」と「測量のため」がスタートです。その後、ギリシャの時代に、ユークリッドの幾何学により、証明の大切さが新たに数学を学ぶ上での重要事項となったのです。真理を追究することもこことつながると思います。

証明の大切さに加えて、高校での学習内容である「三角関数」「指数・対数」「微分積分」と大航海時代での航海や、天動説と地動説の議論など、宇宙についても研究をする中で、数学は発展してきました。

ざっくりと進めてきましたが、この数学の歴史を若い世代に伝えていくことが、数学教師としての一つの使命であると私は考えております。

また、現在の「数学 I」「数学 A」「数学 II」「数学 B」「数学 III」で学ぶ分野を考えると、歴史的に一番新しい内容はどの分野だと思いますか？

「数学 A」の集合だと思います。細かい話でいくと、もしかしたら違うかもしれませんが、カントール(1845～1918)の集合論が教科書の内容では新しいと思います。

数学の学びを未来へつなげるためには、この構造の考え方も生徒に伝えていくとよいと思います。

遠山啓氏の言葉より

「構造という概念が数学へ及ぼした第一の影響は、数学の対象範囲が大きく広がったことである。それまでは数や図形が対象であったのが、命題や論理なども数学の対象に入ってきた。そして、構造という概念は、数学と諸科学との関係を多様で密接なものへと変化させた。著者は、数学が「構造の科学」へと発展した結果であると表現している。」

数学が「構造の科学」へ発展したことにより、例えば、「化学」で人工的に新しい元素を作り上げたり、結合させたり、「生物」で遺伝子の配列などを調べたり、分析したりすることにもつながってきている。

また、現在、コロナウイルスについての話を聞かない日はないが、ウイルスの型についてわかり、治療法を確立するのもこの構造の科学による分析の方法が他の分野で生かされた例である。

5. 数学の授業でのティーチングとコーチングについて

数学教師の役目として、数学の発展の歴史を伝えることは、教える (teaching) 部分ではあるが、この点についても、かつての数学者たちがどのように証明をしていったか、どのような背景があって各単元や分野が発展したのかを考えさせながら教えることで、数学の有用性をより実感できるのではないかと思う。

また、今後の社会では、ビッグデータによるデータサイエンスや、プログラミングの重要性などにより、数理科学が今以上に重要視されてくるように思う。それにより、授業の中で、粘り強く考える姿勢を養うとともに、今ある条件を活用して問題を考えていく力も養うことが大切である。

授業の中で、教える (teach) 内容を踏まえた上で、生徒がそのよう内容を学ぶ必要

性を理解した上で、数学の問題を通して、既習の知識を活用して、応用問題を解くことで、VUCA の時代 (「Volatility (激動)」「Uncertainty (不確実性)」「Complexity (複雑性)」「Ambiguity (不透明性)」) と言われる現代社会を生き抜く力を養いたい。生徒たちが主体的に数学の問題に取り組み、生徒たちそれぞれが充実した時間とするために、coaching の手法が役立つと思う。coaching のスキルの中に「質問」があるが、これは、授業の中では、「発問」に置き換えられると思う。

授業としての「発問」を中心として、生徒一人一人が深い学びに向かうよう、どのようにすれば、『生徒の気づきを促せるか』について、自分でも研究をするが、他の先生方の授業見学をする中で、引き出しを増やしていく必要があると思う。また、coaching で重要なこととして「省察」があるが、これは「振り返り」「リフレクション」である。「省察」を通して、学びを定着させ、さらに何を学びたいのか、また、今後の目標を考える時間とすることができる。

このように、coaching 的手法を通して授業を行うことで、生徒一人一人が数学に対して、授業の中で気づきがあり、主体的に取り組むことができることが、将来、社会に出た後にも、数学を活用して仕事上での問題や社会問題と向き合うことにつながってほしいと思う。

そして、遠山啓著「数学入門(下)」の p.124 にあるが、『それまではまるで似てもつかないような事実を一つの原理で統一し、もとよりはるかに簡単なものにしてしまう点に数学の威力がひそんでいるのである。』ということを生徒が実社会の中で経験することを期待したい。

5. まとめ

今回、数学教師としての役割を「生徒に数学を通して歴史を後世に伝える」「生徒が数学的にものごとをとらえること」「生徒が柔軟に未来を創造していくこと」という3点で話を進めましたが、純粋に数学を発展させることも大切ですし、娯楽としての数学(江戸時代にもありました。お寺に額が奉納されていたりするようです)もあると思います。

また、引用[3]より、「欧米では、数学とは、”すべての物事や考え方に関してそれを体系的に捉える「論理学」”であるから、社会生活を送る人間にとっては、無くてはならない最も重要な学問」とされているが、それだけでもないと、私は考えています。論理的に考えることや、論理的に考えることで、人に説明する力も養える。しかし、それだけでは、数学の各分野を学ぶ理由を説明できません。

そのため、繰り返しになりますが、「数学を通して歴史を後世に伝える」、「その歴史を活用して後世に活かし発展させていく」という2点を大切にしながら、論理学の視点、数学を発展させていく視点、問題を解くことを楽しむ視点や数式・数・図形などの美しさを楽しむ視点を考慮して、幅広く生徒たちが興味をもてるよう教材研究を進めていきたい。

今年度、数学科通信を作り、4月から2週間に一回のペースで発行するつもりでしたが、第2号、第3号については、お蔵入りしそうなので、参考までに、別紙として載せておきます。(第1号～3号、第1号(ニュートン版))

6. 最後に、様々なネタを仕入れるために参考となる資料や、サイトを紹介しておきます。今回、歴史については詳しく触れられませんでしたでしたが、遠山啓氏の「数学入門(上)(下)」にかなりまとまっています。

【書籍】

遠山啓

「現代数学入門」「数学入門(上)(下)」「行動する数楽者の思想と仕事」「コペルニクスからニュートンまで」 数学史をわかりやすく、また、数学の専門的な内容をわかりやすい例でたくさん残してくれています。

「かけがいのない、この自分」
これは教員として、いろいろ考えさせられました。

竹内薫

「数学×思考=ざっくりと」これはジョージ・ポリアの本を読む前に読みました。

ジョージ・ポリア

「いかにして問題を解くか」
「自然科学における数学的思考」
この中に出てくる、地球と月の距離を求める方法に感動しました。「月食」が昔から重要だったことも知りました。

芳沢光雄

「いかにして問題を解くか 実践活用編」
「新体系 高校数学(上)(下)」
「本当に使える数学 基礎編」
「本当に使える数学 レベルアップ編」

【日常生活と数学に関する HP】

①世界を彩る数学レシピ

https://news.mynavi.jp/series/sugaku_recipe/

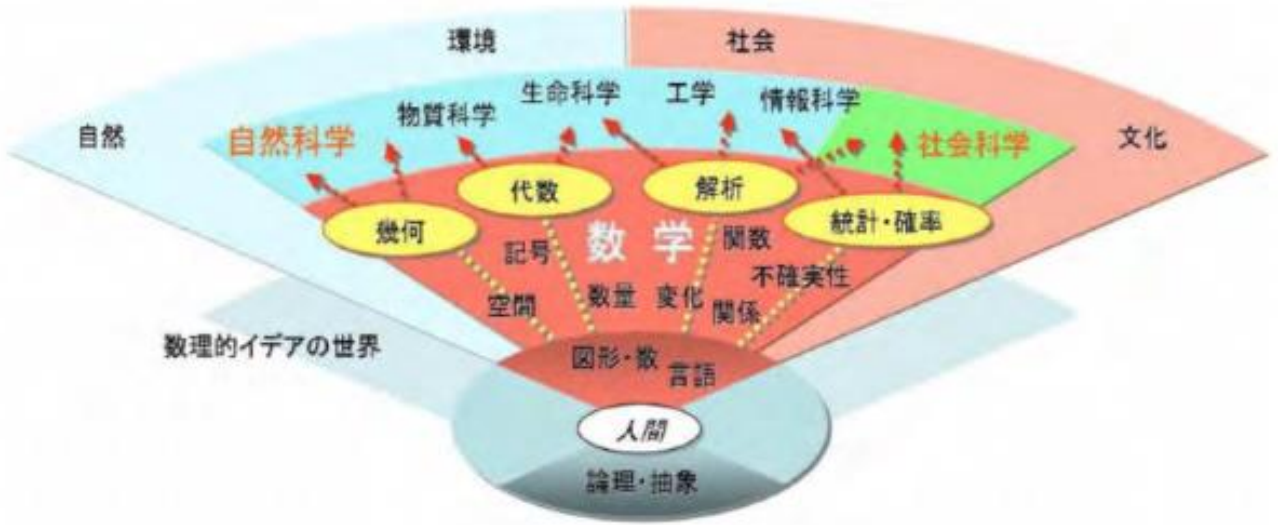
②数理女子 世界は数学であふれている

<http://www.suri-joshi.jp/world/>

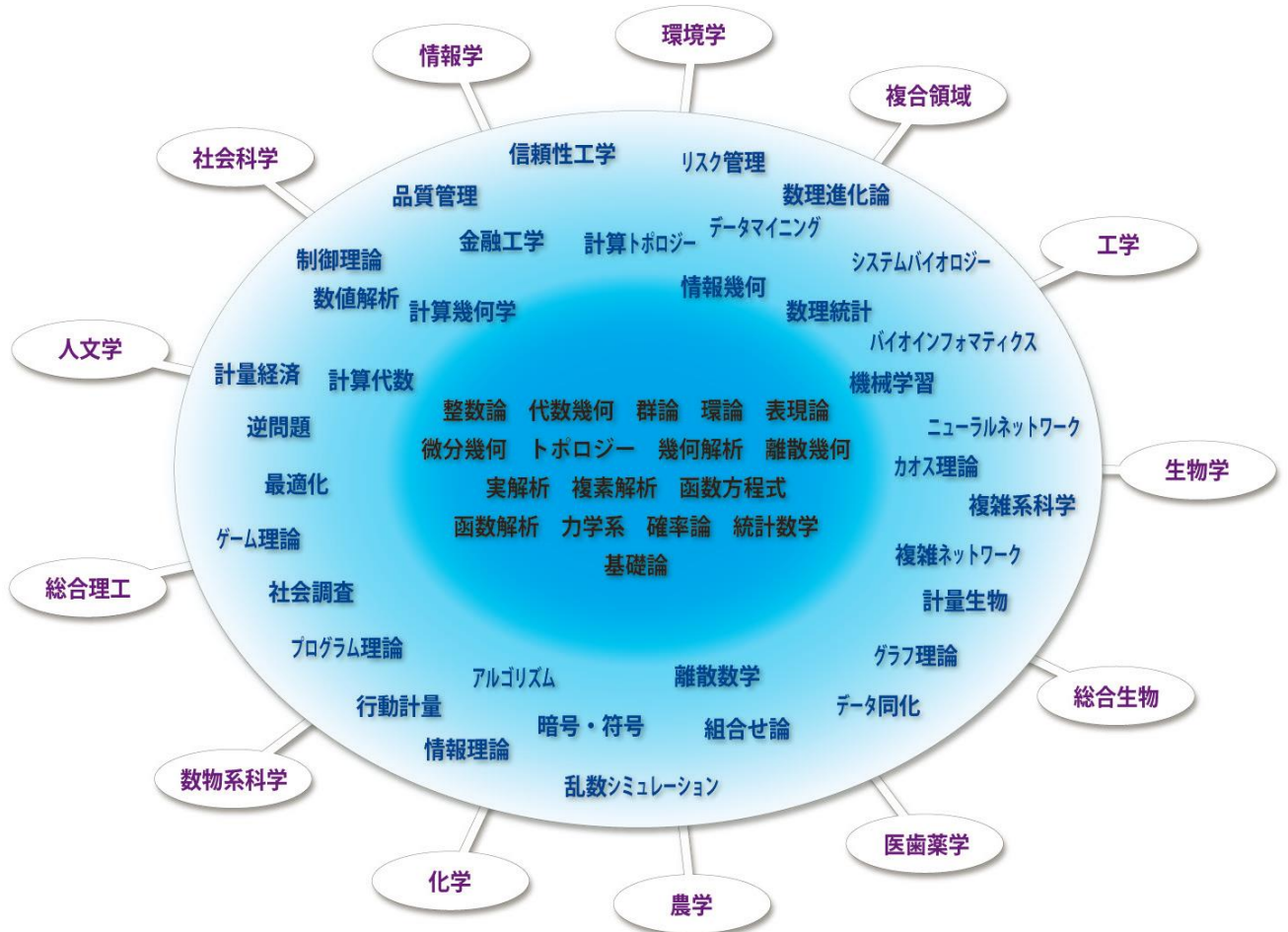
③日本数学検定協会

情報誌「マスマスプラス」
https://www.sugaku.net/business/magazine/math_math.php

参考文献[1] より 数学リテラシー



参考文献[4] 日本学術会議 「理学・工学分野における科学・夢ロードマップ 2014 (夢ロードマップ 2014)」 数理科学分野より



参考文献[4] 日本学術会議 「理学・工学分野における科学・夢ロードマップ 2014 (夢ロードマップ 2014)」 数理科学分野より



<参考文献>

[1] 科学技術の智プロジェクト報告書

科学技術への7つの扉

<http://literacy-report.scri.co.jp/2018/11/12/数理科学専門部会/>

[2] 科学技術の智プロジェクト

数理科学専門部会報告書

http://literacy-report.scri.co.jp/wp-content/uploads/2018/12/01_数理科学専門部会報告書%EF%BC%88訂正版%EF%BC%89.pdf

[3] 論文 桜美林大学リベラルアーツ学群

鈴木麻美 「日本の現代社会が抱える問題と数学教育の関係」

[4] 日本学術会議 「理学・工学分野における科学・夢ロードマップ 2014 (夢ロードマップ 2014)」 数理科学分野

<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-h201-3-2-1.pdf>