

レポートタイトル：教材研究 3.0

北海道札幌琴似工業高等学校 吉田多杜

- はじめに

3 年前に古畑先生の「確率・統計」を受講していたこと、今でも思い出せます。4 年間学んだ大学で、こうして数学教育について発表できること、誠に嬉しく思います。さて、日頃からくだらない数学の教材はないか考えている私ですが、最近、最強の相棒を見つけました。その名も ChatGPT（以下 GPT）。OpenAI 社が開発した対話型 AI ツールです。GPT は質問次第でなかなか面白い数学教材を提案してくれます。今回のレポートでは、数学の教材研究のゲームチェンジャー、GPT の活用に対する姿勢と、実際どのような活用ができるのか、これまでの流れを踏まえて考えていきたいと思えます（と書くとなんだか意識高いような気がしますが、実際は中身の無いことを永遠と語っています。ご了承ください）。

- 教材研究 3.0 とは

私が調子に乗って勝手に名付けた名前ですが、数学の教材研究にあたり、時代の大きな転換期が 2 度あったことを示しています。それぞれの時代・立場についてみていきます。

①教材研究 1.0

近代国家の成立のために学制が公布され、学校では実学を中心とした和算に代わり、西洋数学を教えることとなりました。実用や実際の知識とは

かけ離れた、単なる問題のための問題も多かったものの、実際に手を動かして計算をし、解答を導くことに生徒は楽しさを感じてきました（もちろん私もその 1 人でした）。先生方はテストや大学受験に向けた教材を多く作成し、生徒がより解法を理解できるような教材を研究してきました。この教育は功を奏し、現在、世界の中でも日本の数学のレベルは高い水準となっています。

②教材研究 2.0

1970～80 年代に電卓が普及し始めたころ、各国の算数・数学教員からは、反発の声も多くありました。

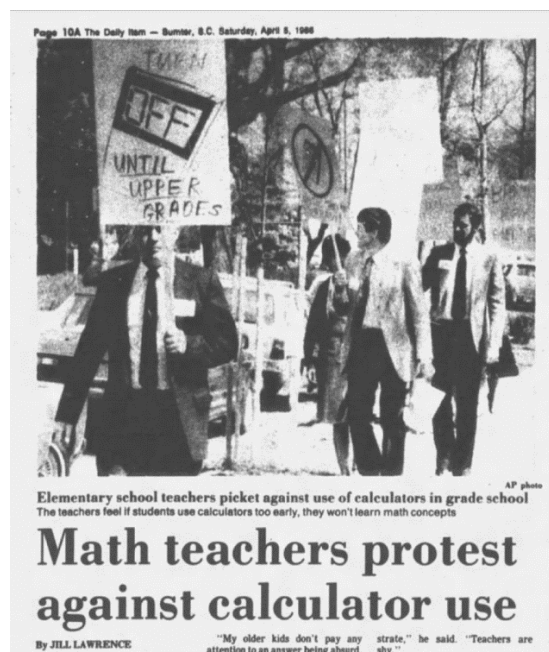


図 1 電卓の使用に関する数学教員の反発の声

日本ではどうだったかという、大学受験において持ち込みができないため、数学の授業ではなかなか使う場面がないというのが現状だと思います。また、現在の勤務校では工業高校ということもあり、生徒全員が関数電卓を持っています。三角関数や積分計算もお手のものです。いまや（関数）電卓はスマートフォンにおいても標準搭載されています。それでも本校含め、電卓を使わせないよう指導して、手計算を行なっている学校が多いと思います。それに伴い、（関数）電卓を用いた教材も全体として少ないと思われます。日本の教材研究 2.0 への進歩は後れを取ったと私は考えています。

※各国の電卓の使用状況についてまとめているサイトがありましたので、参考文献として載せておきます。得点の高いシンガポールや香港が小学校は禁止、中学校からは使用可能という点が大変興味深いです。

③教材研究 3.0

GPT の登場により、これまで教員が行なってきた教材のアイデア出しを代わりに行なってくれるようになりました。あとは教育課程や、生徒層に応じて調整を行なっていくだけです。これは教材研究において、革命的進歩だと思っています。いまや AI は比例的、いや加速度的、いや直角的に進化しているため、よりよい教材がどんどん開発されていくと思います。このことについて、私はとてもワクワクしています。なぜなら「学」や「経験」がなくても、数実研の先生方が作成する高度なレベルの教材を、私のような若手でも作れるかもしれないからです。（逆に言うと、生半可な教材は AI に淘汰されるという残酷さも同時に秘めているわけですが）

教材研究力

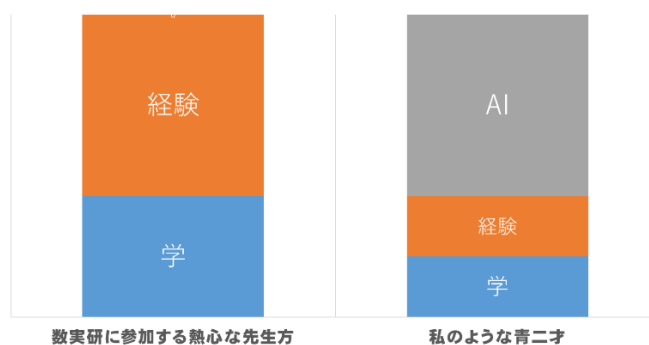


図 2 教材研究力を構成する要素

①～③と見てきましたが、ここで私はそれぞれの優劣をつけたいわけではありません。ただ、世の中の流れが③に移行していく以上、それに即した教材の研究を進めていく必要があるということを強調したいのです。特に日本は②への移行で後れを取りました。これ以上、社会と乖離するわけにはいかないと思います。

- 数学教育 3.0 としなかった理由

AI を活用することで、テストで測れるような基礎学力の部分は補うことができると考えています。つまり、教育困難校であれ、進学校であれ AI を活用することで能力的には等しい水準で数学教育を行うことができるということです。これまでの、「教科書の問題を解説して、練習問題を解いてもらって・・・」という授業は AI でもできます。これは非常に大きなゲームチェンジが起こったと思います。

ここで 1 つ大きな疑問が浮かびます。「では、授業で何をしたらいいのか？」です。ひとつの回答として、「未知なる問いに対する探究活動」だと考えていますが、どうやって授業で具現化していくか、良い案が思いつきませんでした。（つまり私は未だに 1.0 にどっぷり浸かっているということです。）なので、数学教育 3.0 とは言い切れませんでした。今後、数実研で学ぶことができればと考えています。

- 参考文献

- 電卓の歴史

http://www.kogures.com/hitoshi/history/dentak_u/index.html

- Stop Confusing Calculators with GPT-4

<https://analyticsindiamag.com/stop-confusing-calculators-with-gpt-4/>

- 世界の数学教育・日本の数学教育

<https://www.shinko-keirin.co.jp/keirinkan/kosu/mathematics/sekai/nagasaki02.html#hyou>

- さいごに

自分的には、あまり出来が良くないのですが、今回のレポートに関連する教材を羅列しておきます。

問い「以下の GPT-3.5 と生徒のやりとりの中で、数学的間違いがある箇所を訂正してください。」

生徒「地震のマグニチュードの計算には、対数が使われることを学校の先生から教わりました。対数を使ってマグニチュードの計算をするための具体的な数式を教えてください。」

GPT「地震のマグニチュードを計算するためには、以下の数式が使用されます。

$$Mw = \log_{10}(A) + B \cdot \log_{10}(D) + C$$

ここで、Mw はマグニチュード、A は地震の最大振幅（単位：ミリメートル）、D は震源からの距離（単位：キロメートル）、そして B と C は定数です。」

生徒「その数式を使って、東日本大震災におけるマグニチュードの計算を行ってください。」

GPT「2011 年 3 月 11 日の東日本大震災の場合、地震の最大振幅はおおよそ 2000 ミリメートルでし

た。震源地は岩手県沖で、距離はおおよそ 373 キロメートルでした。そして、B と C の定数は Mw を計算するための係数であり、以下の値が一般的に使用されます。

$$B = 0.98 \quad C = -0.003$$

これらの値を数式に代入すると、以下のようになります。

$$Mw = \log_{10}(2000) + 0.98 \cdot \log_{10}(373) - 0.003$$

これを計算すると、Mw はおおよそ 9.0 になります。したがって、東日本大震災のマグニチュードは 9.0 でした。」

生徒「熊本地震についても同様に計算してください。」

GPT「2016 年 4 月 14 日に発生した熊本地震の場合、地震の最大振幅はおおよそ 3000 ミリメートルでした。震源地は熊本県益城町付近で、距離はおおよそ 9 キロメートルでした。そして、B と C の定数は前回と同じく以下の値を使用します。

$$B = 0.98 \quad C = -0.003$$

これらの値を数式に代入すると、以下のようになります。

$$Mw = \log_{10}(3000) + 0.98 \cdot \log_{10}(9) - 0.003$$

これを計算すると、Mw はおおよそ 7.0 になります。したがって、熊本地震のマグニチュードは 7.0 でした。」

生徒「熊本地震と東日本大震災はマグニチュードが 2 違いますが、エネルギーは何倍異なるのでしょうか。」

GPT「マグニチュードが 2 異なる場合、地震のエネルギーは約 32 倍異なります。この関係性は、地震のエネルギーが地震のマグニチュードに比例することに基づいています。

具体的には、マグニチュードの差が 1 である場合、地震のエネルギーは $10^{1.5}$ 倍異なります。つま

り、マグニチュードが 2 異なる場合、地震のエネルギーは $10^{(1.5 \times 2)}$ 倍異なります。したがって、熊本地震と東日本大震災のエネルギーの比は、

$$10^{(1.5 \times 2)} = 10^3 = 1000$$

となります。つまり、東日本大震災の方がおおよそ 1000 倍のエネルギーを放出したと言えます。」

生徒「地震のマグニチュードの計算問題を解答つきで 10 個作ってください。」

GPT 「問題 1

地震のマグニチュードが 3.2 から 5.7 まで 0.5 刻みで上がっていった場合、エネルギーの増加率はどのくらいか計算せよ。

解答 1

地震のマグニチュードが 0.5 単位で上昇する場合、そのエネルギーはおおよそ 31.6 倍になります。つまり、マグニチュードが 3.2 から 5.7 まで 0.5 刻みで上昇する場合、最初のマグニチュード 3.2 から始まって、0.5 刻みで 6 回上昇するため、以下のように計算できます。

マグニチュード 3.2 から 3.7 への上昇によるエネルギー増加率: $31.6^{(3.7-3.2)} = 10.8$ 倍

マグニチュード 3.7 から 4.2 への上昇によるエネルギー増加率: $31.6^{(4.2-3.7)} = 10.8$ 倍

マグニチュード 4.2 から 4.7 への上昇によるエネルギー増加率: $31.6^{(4.7-4.2)} = 10.8$ 倍

マグニチュード 4.7 から 5.2 への上昇によるエネルギー増加率: $31.6^{(5.2-4.7)} = 10.8$ 倍

マグニチュード 5.2 から 5.7 への上昇によるエネルギー増加率: $31.6^{(5.7-5.2)} = 10.8$ 倍

よって、全体のエネルギー増加率は以下のように計算できます。

$$10.8 \times 10.8 \times 10.8 \times 10.8 \times 10.8 = 16695.2 \text{ 倍}$$

したがって、地震のマグニチュードが 3.2 から 5.7 まで 0.5 刻みで上がった場合、エネルギーの増加率はおおよそ 16695.2 倍となります。・・・」

1 水素イオンの濃度を $[H^+]$ mol/l とすると pH は、 $pH = -\log_{10}[H^+]$ で与えられる。以下の $[H^+]$ のとき、① pH、② 液性を求めよ

知識・技能

(1) $[H^+] = 10^{-2}$

(2) $[H^+] = 10^{-11}$

(3) $[H^+] = 0.0001$

(1)	①	②
(2)	①	②
(3)	①	②

2 地震のエネルギーを E (J)、マグニチュードを M とすると、それらは、 $\log_{10} E = 4.8 + 1.5M$ と表せる。 思考・判断・表現

(1) 東日本大震災発生時のマグニチュードは $M = 8.8$ でした。このときのエネルギー E_1 を 10^r の形で答えよ

(2) 東日本大震災の2日後、本当のマグニチュードは $M = 9$ だと訂正されました。このときのエネルギー E_2 を 10^r の形で答えよ。

(3) $E_2 \div E_1$ を計算し、 E_2 は E_1 の何倍のエネルギーか、小数第2位まで求めよ。ただし、この問題は関数電卓を使用してよい。

【教材研究2.0】

(1)		(2)		(3)		倍
-----	--	-----	--	-----	--	---

- 3 これまで指数関数と対数関数について学んできました。この単元は、日常生活や自然科学への応用範囲が広い分野です。その例をひとつ挙げ、それをテーマに右のスペース（A5）にまとめてください。教科書のコラム欄のようなイメージで作成してください。画像を添えたい等があればGoogleドキュメントで作成しても良いです。

主体的に学習に取り組む態度

◆テーマが思いつかない人→以下のテーマを採用しても良いです。

<吉田が考えるテーマ>

- ・グランドピアノ
- ・音階
- ・長崎平和祈念像
- ・バイバイン（ドラえもんのひみつ道具）
- ・素数の個数
- ・シャノンの情報エントロピー
- ・正規分布

<ChatGPT3.5が考えるテーマ>

- ・放射線の崩壊
- ・感染症の拡大
- ・デシベル
- ・天文学
- ・化学反応の速度
- ・熱伝導、熱放射