

PHP と JavaScript ライブラリで自作した タイピングや数学ドリルシステムの授業実践

大阪府立泉大津高等学校 松川 信彦 (Nobuhiko Matsukawa)
Osaka Prefectural Izumiohtsu High School

1 はじめに

JavaScript による教材作成の有用性は「学習コストの低さ」と「ソースコードの再利用と改変の容易さ」そして何より、「他人の書いた優れたコードの共有のしやすさ」にある。現在、ブロックプログラミングなどによる入力インターフェースの図式化や簡易化などの手法によって、作成者が持つコーディングへの忌避感低減を目指す方向性が主流であると思うが、Arduino を始めとする IoT プログラミングや、Node.js などサーバサイドプログラミングなど、JavaScript プログラミングが役立つ場面は増えこそすれ、減ることはないと思われる。従って、こだわるべきは JavaScript の学習回避の道ではなく、コーディングを楽しみ研鑽する道であると筆者は確信している。より多くの教員や教育・数学プログラミングに関心を持つ人々が、JavaScript による教材作成に参加し、高品質で実用的な教材を量産・共有・活用できる時代の到来を切望している。

著者は自身の JavaScript コーディングの研鑽や数学プログラミングの実装、MathJax で作成したノートなどのコンテンツをブラウザの上での編集・保存・公開を目的とする、PHP によるサーバサイドプログラム「webnote」を実装した。自身の興味関心に止まらず、ドリルシステムの開発など教材開発を非常に効率的に進めることができることを実感している。

また、勤務校で受け持つ情報科の授業で利用するために、「タイピングシステム」を実装し、2017 年春より、現在に至るまで運用し続けている実績がある。毎回、授業のうちの 10 分間で実施し、生徒のタイピングスキルの向上に確実に寄与している。

今回「タイピングシステム」を一般化し、「webnote」で培ったコンテンツ作成機能とを組み合わせ、一斉授業における実施に特化した自作の LMS「考査システム」を構築した。タイピングだけではなく、多肢選択問題や、証明問題などの記述式テストにも対応し、点数化に必要なデータを VPS 内の MySQL に挿入していくシステムである。この稿においては「webnote」「タイピングシステム」「考査システム」の流れで解説していく。なお、使用するブラウザは google chrome に限定する。

2 html と JavaScript のソースコードをブラウザ上で編集・保存する手法について

著者の実装において多用され、基本となる実装なので、簡単に説明する。まず、jQuery のみで実装された編集システムについて解説する。

1. ブラウザの上のテキストエリア (id='source') にて html と JavaScript を編集.
2. テキストエリア (id='source') の内容を, div 要素 (id='show_source') にて html として表示する処理 (`$('#show_html').html($('#source').val())`) を実行.

1, 2 を繰り返して, html をより完成度の高いものに仕上げていく.

次に, VPS 中の或るデータベースに保存したり, 逆にそれを読み込む仕組みについて解説する. 或るデータベース中に sources というテーブルがあり, その columns は

sid VARCHAR(40), source MEDIUMTEXT

であるとする. テキストエリア (id='source') に書かれた文字列 (`var src=$('#source').val()`) を名前 'src_name' としてサーバに登録したり, 逆にサーバから読み込んでテキストエリア (id='source') に書き込む仕組みについて解説する. 書き込み・読み込み用の PHP ファイルを, それぞれ「write.php」「read.php」とする.

3. 書き込み: `$.post('write.php',{sid:'src_name', source:src})` でサーバーに送信し, write.php が SQL 文

"INSERT INTO sources (sid,source)

VALUES ('" , \$.POST['sid'] . '" , " . \$.POST['source'] . '")

ON DUPLICATE KEY UPDATE source=VALUES(source);"

を実行し保存.

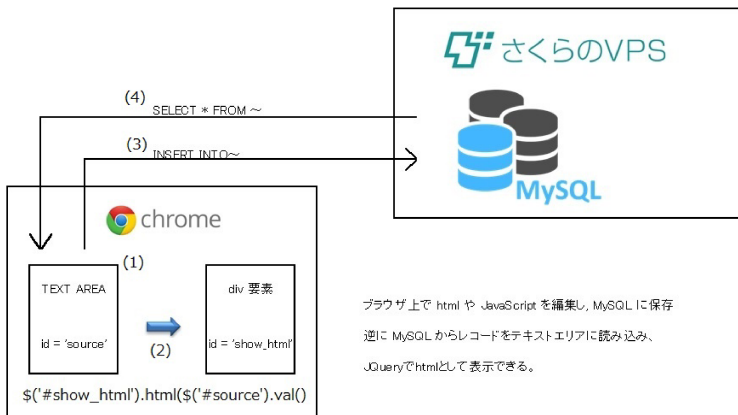
4. 読み込み: `$.post('read.php',{sid:'src_name'},read_source)` でサーバーに送信し, read.php が SQL 文

"SELECT source FROM sources WHERE sid=" . \$.POST['sid'] . '" ;"

を実行. クライアントに result を返し, JS 側の関数

`function read_source(result){$('#source').val(result);}`

により textarea に表示する.



3 webnote について

3.1 JavaScript ライブラリの利用, computer_algebra.js の開発等について

近年 JavaScript ライブラリは急速に高性能化・多様化しており, 多倍長整数ライブラリ, 動的幾何ライブラリ, 物理エンジンなどを無償で利用できる場合が殆どである. それらを利用したコーディングを web ブラウザ上で実施しテスト, うまいければ公開するという取り組み [13] を行っている.

ネットに繋がった PC さえあれば, いつでもどこでも JavaScript のコーディングや MathJax によるノート作成が可能となるようにした. このシステムを「webnote」と呼ぶことにする.

BigInteger.js は JavaScript において多倍長整数演算を実装し, 例えば, JavaScript の数式処理ライブラリ「algebrite」の実装の基礎となっている. 著者も BigInteger.js を基礎として有理数体や有限体などを係数環とする多項式や行列の演算, 初等整数論の実装を知的探求かつライフワークとして行っている. 筆者はこれを「computer_algebra.js」と呼んでいる. JavaScript でも大学の教科書レベルの計算ならば, 苦勞せず実装でき, 計算速度も十分に実用に耐えうるというのが著者の感想である. 実際, groebner 基底の計算アルゴリズムである Gebauer-Moller のアルゴリズムを実装し, Ennerper 曲面の方程式を瞬時に導出した, [9] p82 にある, 「性能の低い計算機代数のソフトでは相当待ってても答えが出ない」という例を 3 分以内に計算させることに成功した.(下図参照)

```

hide controller  computer algebra  01  computer algebra  01  show dialog  show JS  show kyozai

JavaScriptの多倍長整数ライブラリの bin-integer を利用し、computer algebra system を構築している最中です。徒然なるままに、追加していきます。

06 polynomials over the rational field  11 Buchberger Algorithm? (Gebauer-Moller)  run =>
show source  code to string

p0 := 3u + 3uv^2 - u^3 - x
p1 := 3v + 3u^2v - v^3 - y
p2 := 3u^2 - 3v^2 - z
とするとき, I = <p0, p1, p2> の groebner 基底は,
3u^2 - 3v^2 - z
2v^3 + vz + 3v - y
6uv^2 - uz + 9u - 3x
4uvz - 3uy + 3vx
9uvy - 2uz^2 + 18uz - 9v^2x - 6xz
27uy^2 - 8uz^3 + 72uz^2 - 36v^2xz - 27vxy - 24xz^2
9ux + 6v^2z - 9vy + z^2 - 9z
18v^2z^2 + 54v^2z - 54vyz - 27x^2 + 27y^2 + z^3 - 18z^2 + 81z
54v^2yz + 27vz^2 - 27vy^2z + 8vz^3 + 72vz^2 - 9yz^2 - 27yz
27vz^2z + 81vz^2 + 135vy^2z - 81vy^2 + 8vz^4 + 96vz^3 + 216vz^2 + 81x^2y - 81y^2 - 12yz^3 - 324yz
243v^2z^2 - 243v^2y^2 - 1296v^2z - 108vyz^2 + 324vyz + 108x^2z + 648x^2 + 135y^2z - 648y^2 - 4z^4 + 48z^3 + 108z^2 - 1944z
4374vx^2y + 8748vy^3z - 4374vy^3 - 648vyz^4 + 5184vyz^3 + 17496vyz^2 - 720x^4 + 5832x^2y^2 - 189x^2z^3 - 2430x^2z^2 + 2187x^2z - 5103y^4 - 945y^2z^3 +
8748vy^3z^2 + 648vyz^3 + 5832vyz^4 + 17496vyz^3 + 17496vyz^2 - 729x^4z - 2187x^4 + 5832x^2y^2z + 4374x^2y^2 - 189x^2z^4 - 2997x^2z^3 - 5103x^2z^2 + 6561
2187x^4 + 69984vxz^2 + 8748vy^4z - 2187vy^4 + 648vy^2z^4 + 3240vy^2z^3 - 11664vy^2z^2 + 130968vy^2z - 69984vy^2 - 192vz^6 - 3456vz^5 - 15552vz^4 + 2(
19683z^6 - 59049x^4y^2 + 10935x^4z^3 + 118098x^4z^2 - 59049x^4z + 59049x^2y^4 + 56862x^2y^2z^3 + 118098x^2y^2z + 1296x^2z^6 + 34992x^2z^5 + 174960x^2z^4 -

```

また, [12] の Pell 方程式アルゴリズムを実装し以下の図のような結果を導出することもできた。

hide controller computer algebra 01 show dialog run

JavaScriptの多倍長整数ライブラリの [big-integer](#) を利用し、computer algebra system を構築している最中です。従然るままに、追加していきます。

01 integer 55 Pell Equation run .id

show source code to string

213331 の Pell 方程式の最小解は

$x = 1314446630397696895609778631262284180845315685609516361071015146205526535776590691973765016214813$
 $5073213924670382373966465811572272797993781975034071866554364517652340502963565223569216680183032505$
 $y = 2845875998035071216947878070881673741879109111626519895962746235591612684935990484170527370767014$
 $2653449360888008242219310756683868692094136563523103841914170425364134569915085498055203747052$

となる。実例

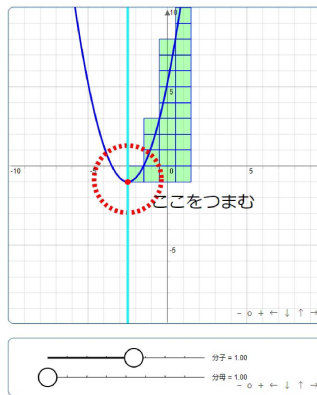
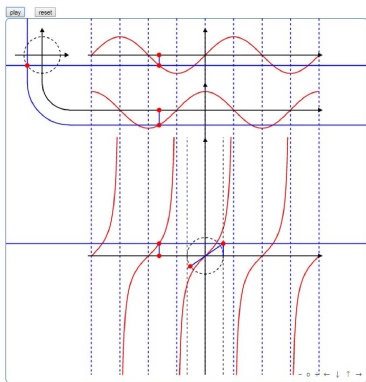
131444663039769689560977863126228418084531568560951636107101514620552653577659069197376501621481350
 73213924670382373966465811572272797993781975034071866554364517652340502963565223569216680183032505²
 -213331 · 2845875998035071216947878070881673741879109111626519895962746235591612684935990484170
 5273707670142653449360888008242219310756683868692094136563523103841914170425364134569915085498055
 203747052²
 = 1

この計算を利用すると、連分数表記で

$\sqrt{213331} = [461; \overline{1, 7, 5, 1, 2, 5, 1, 4, 6, 1, 1, 1, 2, 1, 34, 1, 4, 13, 5, 2, 1, 3, 1, 4, 1, 1, 10, 1, 2, 1, 1, 4, 1, 8, 3, 13, 1, 8, 7, 1, 11, 1, 1, 1, 1, 5, 1, 2, 11, 92, 3, 2, 9, 1, 1, 61, 17, 11, 14, 8, 3, 1, 53, 1, 1, 2, 1, 2, 2, 4, 11, 2, 7, 31, 1, 2, 1, 1, 3, 19, 1, 4, 23, 2, 15, 5, 1, 36, 8, 1, 2, 4, 1, 153, 6, 1, 5, 9, 1, 3, 4, 1, 9, 2, 4, 1, 22, 1, 6, 1, 1, 1, 1, 2, 3, 4, 5, 3, 2, 1, 6, 1, 4, 3, 7, 1, 2, 1, 2, 1, 1, 1, 1, 5, 2, 2, 1, 1, 7, 1, 2, 1, 4, 3, 3, 1, 1, 1, 2, 1, 60, 1, 6, 14, 1, 3, 10, 102, 1, 1, 5, 2, 5, 2, 1, 5, 2, 8, 1, 1, 2, 12, 3, 1, 6, 1, 1, 12, 1, 5, 1, 4, 2, 4, 1, 5, 1, 12, 1, 1, 6, 1, 3, 12, 2, 1, 1, 8, 2, 5, 1, 2, 5, 2, 5, 1, 1, 102, 10, 3, 1, 14, 6, 1, 60, 1, 2, 1, 1, 1, 3, 3, 4, 1, 2, 1, 7, 1, 1, 2, 2, 5, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 1, 2, 1, 7, 3, 4, 1, 6, 1, 2, 3, 5, 4, 3, 2, 1, 1, 1, 6, 1, 22, 1, 4, 2, 9, 1, 4, 3, 1, 9, 5, 1, 6, 153, 1, 4, 2, 1, 8, 36, 1, 5, 15, 2, 23, 4, 1, 19, 3, 1, 2, 1, 31, 7, 2, 11, 4, 2, 2, 1, 1, 2, 1, 1, 53, 1, 3, 8, 14, 11, 17, 61, 1, 1, 9, 2, 3, 92, 11, 2, 1, 1, 5, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 7, 8, 1, 13, 3, 8, 1, 4, 1, 2, 1, 10, 1, 1, 4, 1, 3, 1, 2, 5, 13, 4, 1, 34, 1, 2, 1, 1, 1, 6, 4, 1, 5, 2, 1, 5, 7, 1, 922]$

動的幾何ライブラリについては JSXGraph や CindyJS で動く例を「webnote」に実装し、公開している。JSXGraph の日本国内における利用例としては、金沢工業大学 [6] の物理シミュレータなどがある。著者も JSXGraph の実装を [13] において、juggling simulator やグラフに任意の点から引かれる接線をリアルタイムに描画するなど実装し公開している。しかし、高校数学においては、三角関数や2次関数などの実例を示すぐらいの有用性しか見いだせていない状況である。

三角関数の動的グラフ



CindyJS は JSXGraph と比較して、CindyScript の習得が必要な分学習コストは高くなるが、グラフの描画等について明らかに性能が上回っている。CindyJS や物理シミュレータ matter.js については「webnote」の上で動くことが一応確認できた程度であり、実用レベルの教材開発までには至っていない。

生徒用の画面は、以下ようになっており、テキストの読み込みと、点数化に必要な要素(入力文字数、入力完了までの時間)のMySQLの登録以外は、全てJavaScriptで実装している。テキストエリアに文字を入力し、正しくない文字を入力した場合、そこから先はカウントされない。カウントされた文字は赤くなるようにしており、どこまで正しく入力できているのか、一目瞭然となるようにしている。開始と時間内での完了、時間切れでの終了それぞれに、効果音をつけることにより、ゲーム性を高めている。提示用画面に早く完了した生徒から名前を表示していくことも可能であり、生徒同士の切磋琢磨に寄与している。

2017年12月04日(月)1年0組 授業時間外 成績区分:2学期
 蓬萊 藤鐘さん。頑張りましょう!

経過時間00分19秒 入力文字数12

繊維ナノセルロースは、木材や古紙などから抽出したパルプで、環境に配慮された素材である。これは、毛髪約10万本の1とされるナノレベルまで解きほぐして、加工したものだ。軽さと強度に優れ、熱による変形が少なくという特徴もある。

このナノ素材は、簡伐材や稲わらなど、これまであまり使い道がなかったものを、有効に活用する点に特徴がある。その用途とは、軽量で強度が求められる車などの構造部材だ。日本は、森林が多く有望な素材といえる。

製紙会社は、木材などから繊維を抽出して紙を作っている。この技術を活用しながら、ナノセルロースの開発を進めている。実用化に向けた試験的な生産では、他への転用やどのように加工していくのかなどの課題も多い。さらに、軽量化に向けて、品質を確保することも必要だ。

ナノセルロースは、世界的に開発競争が激しい。製紙業が盛んな米国や北欧などがライバルである。日本は、炭素繊維の生産では先行しており、市場では主導権を握っている。政府はナノセルロースを第2炭素繊維に育てる考えで、成長戦略にも盛り込んでいる。

繊維ナノセルロースは、

menu: 45 制限時間: 10分00秒

進捗を表示

4.2 実際の運用

デスクトップPCが生徒一人につき一台完備している教室における一斉授業での利用において、2017年度の春から現在に至るまで、タイピングシステムは問題なく稼働し十分実用に耐えるものであることが確認できている。具体的実施内容については、高等学校商業科のビジネス文書実務検定の速度部門

3級(10分間で300字程度)2級(10分間で450字程度)1級(10分間で700字程度)

をタイピングシステムにログインさせて実施している。全ての生徒がタイピングに集中する癖を身に付け、日が経過するに従って記録を伸ばし、最近では1クラス40人、ほぼ全員が300字を超え、約半数が2級合格レベル、上位2~3人が1級合格レベルに達するようになってきた。タイピング中の私語はほぼ皆無である。

4.3 不正防止

jQuery によって、不正につながる操作:

右クリック, F12, F5, 戻るボタン, view-source:url, テキストエリアにドラッグドロップ

これらを禁止する手法について、ネットで検索をかけて実装することができた。

5 考査システムについて

5.1 概要

[11] において、この稿の読者に「考査システム」体験できる ID と PW を用意した。

ID: 551

PW: horai

「webnote」での教材開発の利便性と、「タイピングシステム」におけると同様に制限時間付のコンテンツの配信と、実施結果の回収機能を同時に備えたシステムである。現段階では、タイピングや多肢選択問題などの作成したばかりであるが、工夫や錬成によっていくらかでも問題形式を増やすことが可能である。

5.2 実装

編集画面におけるテキストエリアは左右 2 分割となっており、左側は「frame」右側は「content」と呼んでいる。JavaScript での実装を「frame」に格納し、問題文を「content」に格納する。これにより一度作成した「frame」の上に沢山の問題文を乗せて運用することができる。「状態を登録」ボタンで実施内容を決定できる。



また、「show html」ボタンで即座に実装をチェックすることができる。画像にあるイラストは引用が自由である「いらすとや」[4]から引用している。

2017年12月04日 admin1 [show source](#)

[1]
麻薬の得意計算機を考案し、特許をとったこともある政治家は誰？



- 1 小沢一郎
- 2 鳩山由紀夫
- 3 菅直人
- 4 野田佳彦
- 5 安倍晋三

[2]
モーツァルトの交響曲で、実在しないものは？



- 1 交響曲第1番
- 2 交響曲第3番
- 3 交響曲第5番
- 4 交響曲第7番

[3]
JR盛川駅は香川県にありません。何県にある？



- 1 愛媛県
- 2 高知県
- 3 徳島県
- 4 神奈川県

5.3 応用

高校とは違い、大学の数学科等での利用の可能性は各段に広がると想像できる。具体的には、一人一台ずつ均等な性能のPCが与えられている環境の下一斉に開始という場面、例えば定期テストにおいて、証明問題などの出題でも有用であると思われる。テキストエリアを入力インターフェースとしてMathJaxでリアルタイムに出力する実装で、制限時間を過ぎれば、テキストエリアの入力を禁止し、その内容を回収するシステムなどである。証明問題に限らず、例えばJavaScriptのコードを書かせて、数学的な実装を時間内で完成させるなども考えられる。

6 まとめ

思いつけば手当たり次第に実装を試すことができ、

「開発の効率化・スピード」「コンテンツの多産化」「システムの自由度・柔軟性」

が目指しているところである。「考査システム」の実装はその一応の答えである。今後は、「考査システム」を利用して、数学の反復学習コンテンツなどを中心に質量ともに充実させていく予定である。著者にとって最大の動機はcomputer.algebra.jsの構築などの数学の実装による数学的感覚の拡張である。自身の知的探求の道具として実装したものが発端となり、より良い数学教育システムの構築へとつながっていけばと考えている。

謝辞

本研究は、京都大学数理解析研究所共同事業「数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究」による成果である。

参考文献および web page

- [1] algebrite: <http://algebrite.org/>
- [2] BigInteger.js : <https://www.npmjs.com/package/big-integer>
- [3] CindyJS : <https://cindyjs.org/>
- [4] いらすとや : <http://www.irasutoya.com/>
- [5] JSFiddle : <https://jsfiddle.net/>
- [6] 金沢工業大学 KIT 物理ナビゲーション :
<http://w3e.kanazawa-it.ac.jp/math/physics/>
- [7] 木田祐司 : 「初等整数論」, 朝倉書店, 2001.
- [8] matter.js : <http://brm.io/matter-js/>
- [9] 丸山正樹 : 「グレブナー基底とその応用」
- [10] 野呂正行・横山和弘: 「グレブナー基底の計算 基礎編 計算代数入門」, 東京大学出版会, 2003.
- [11] 考査システム : https://noblegarden-math.jp/math/ohtsu_test/
- [12] 和田秀男 : 「数の世界-整数論への道」, 岩波書店, 1981.
- [13] webnote : https://noblegarden-math.jp/math/web_note/publish.php