

**定着する数学の授業とは**  
**～Teaching Others 型の授業②～**

岩見沢緑陵高等学校 杉本 拓也

# 教師の悩み



成績を  
楽しくわかっ  
てほしい  
く教えてほしい

教材研究と校務分掌の時間のやりくり...



主体的対話的で深い学びの授業しないと  
進度遅れないようにやらないと...



受験対策と  
社会との関わりや数学的な本質を  
大切にした授業とのはざま...

校務未

- 多方面のニーズを組んだ授業を日々研究。

# 本校での私の悩み

授業ではできるが、考査になるとできない  
→考査ではできるが、1年後にはすっからかん。

## 定着が弱い！！

定着して

理解なき  
やり方の暗記？

解法思いつかない、説明できない、解答ぐちゃぐちゃ…

## 思考力・表現力弱い！

復習時に解法の意味考えず  
解く作業のみした？

復習のタイミング  
が悪かった？



# 指導法の改善（個人主観）

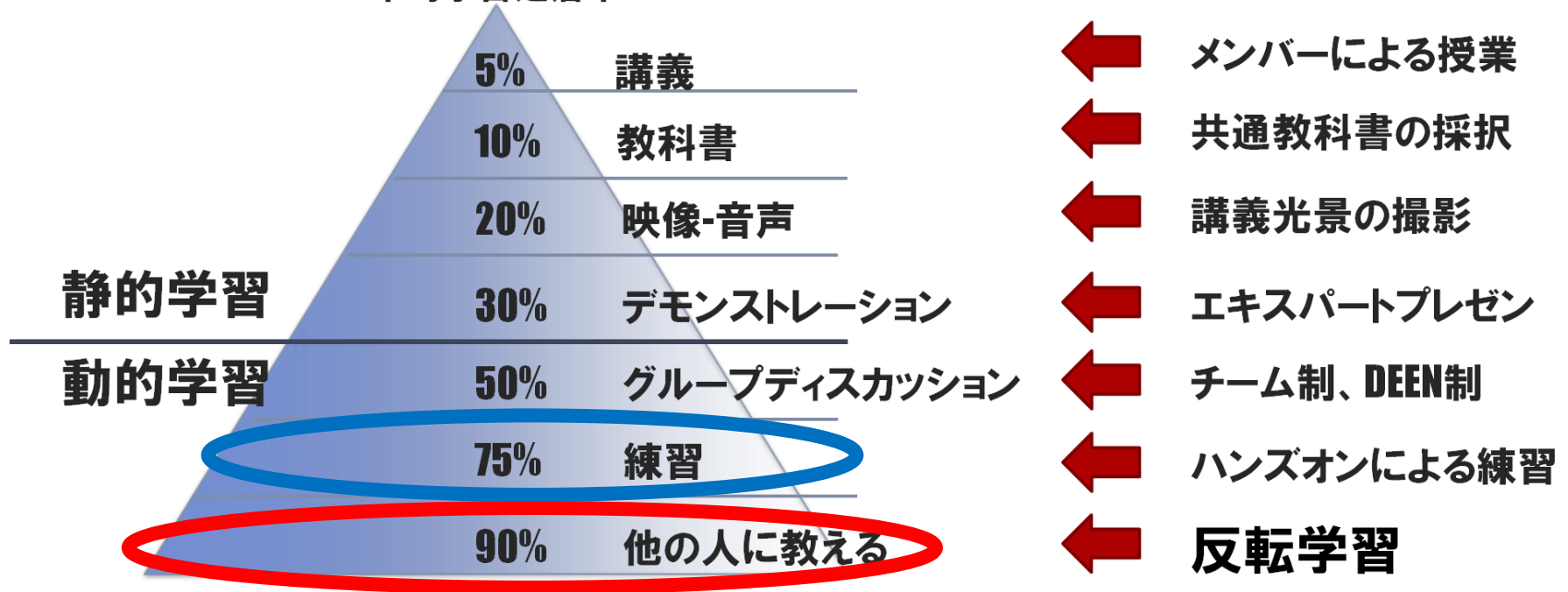
学習方法論	基礎学力の定着	思考力・表現力・判断力	入試（模試）の成績
講義＋演習	△	△	△
講義 ＋予習復習強制	○ ※短期記憶のみ。	△	△
（発言型） 反転授業	○	○	○
（Teaching Other） 反転授業	○	○	◎
（Teaching Other 空） ペア・プレゼン	○	◎	◎

この話を今回させていただきます。

# 学習定着率を調べてみた。

## 学習ピラミッド

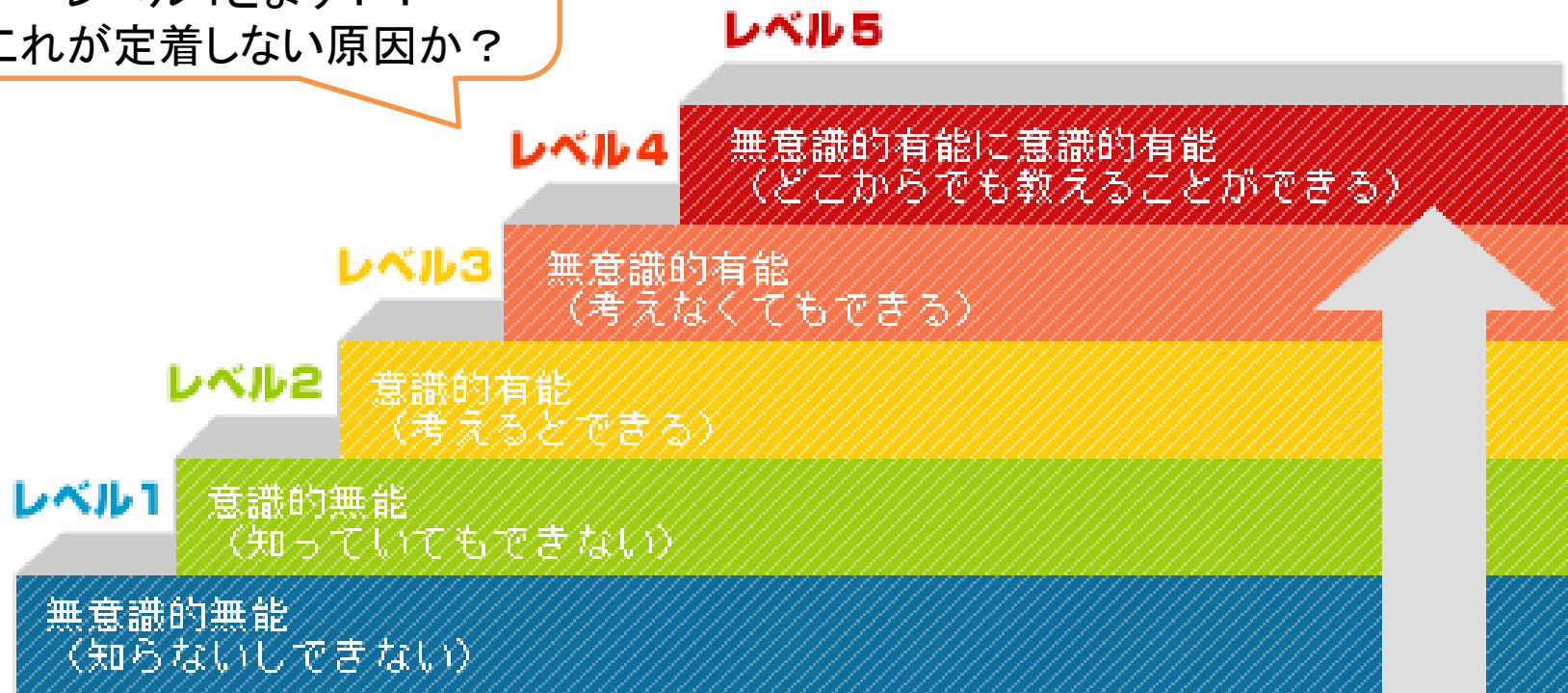
平均学習定着率



ということで「他の人に教える (Teaching Others) をメインとした授業」を試行錯誤して作ってみました！

# 他の人に教えるには？

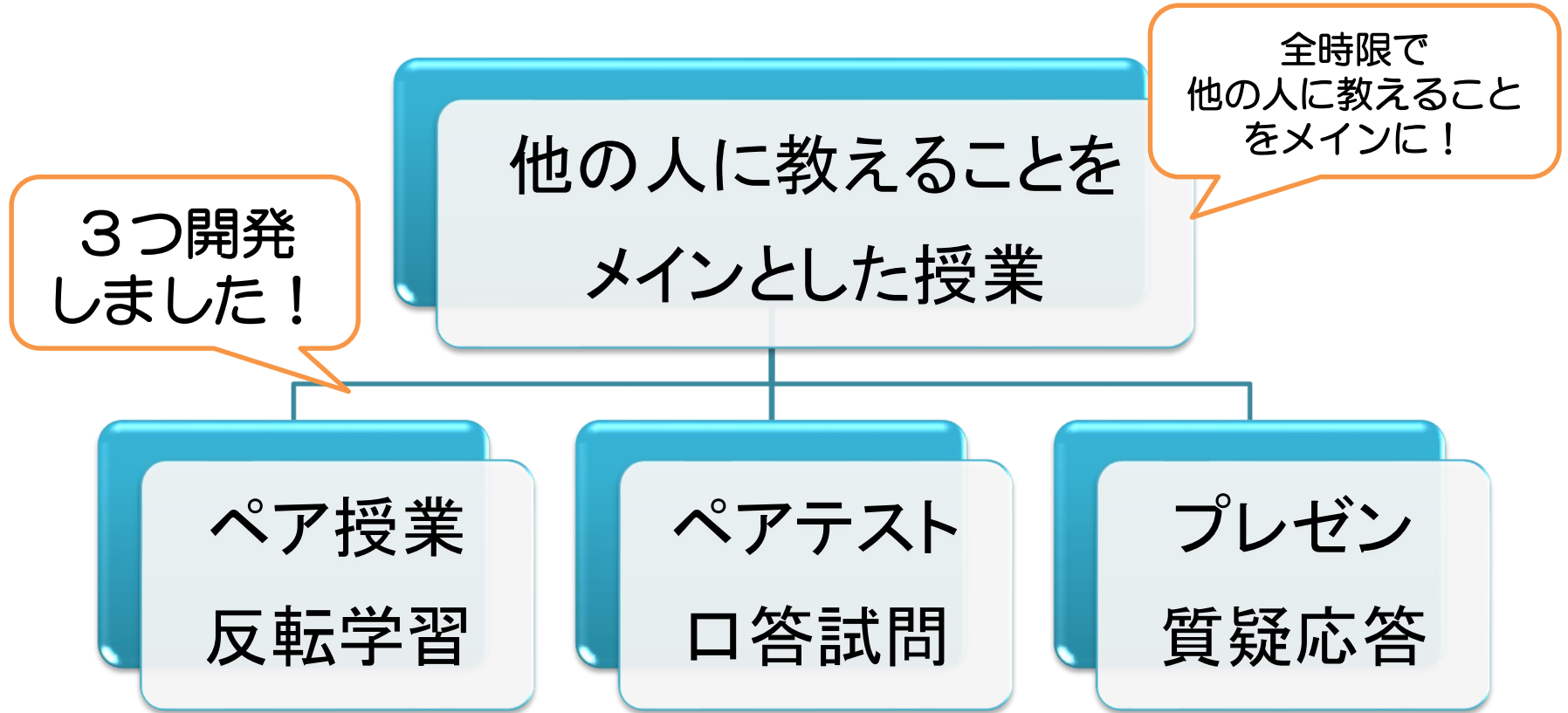
対話のない  
機械的な復習だと  
レベル4とまり！？  
これが定着しない原因か？



学習の5段階レベル

レベル5までもっていく授業を！

# どうやって？



# 其壺 ペア授業 反転学習

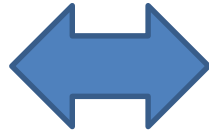
自宅

授業

ペアで理解した部分を  
教え合い

ペアリング

自宅  
学習



予習：板書内容を  
①プリントにして配布。  
②動画配信。  
理解に努めてくる。

問題演習

全体確認

不明な部分は  
ペアで教え合い

先生に対し「教える」



# 其志 ペア授業 反転学習

解答解説：今までの生徒のつまづき箇所全てに重点的に解説を書く。  
(動画解説も配信)

を全て文面化

- ① なぜこれを学ぶのか
- ② 公式とその意味
- ③ 覚え方

- ④ 問題の着目点
- ⑤ 習った公式再掲示
- ⑥ 流れの意図言語化

- ⑦ 計算過程細かく残す
- ⑧ 対話調
- ⑨ 手書き

Handwritten student work on trigonometry, including diagrams of triangles and circles, and mathematical derivations for finding the circumradius  $R$  of a triangle with sides  $a, b, c$  and angles  $A, B, C$ .

Key equations shown:

- $\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} = 2R$
- $(a : b : c = \sin A : \sin B : \sin C)$
- $R = \frac{a}{2 \sin A}$
- $R = \frac{10}{2 \sin 60^\circ} = \frac{10}{\sqrt{3}}$

Annotations and notes include:

- "なぜこれを学ぶのか" (Why learn this?)
- "公式とその意味" (Formula and its meaning)
- "覚え方" (How to remember)
- "問題の着目点" (Key points of the problem)
- "習った公式再掲示" (Re-statement of learned formulas)
- "流れの意図言語化" (Language of the flow)
- "計算過程細かく残す" (Leave calculation process detailed)
- "対話調" (Conversational tone)
- "手書き" (Handwritten)

# 其壺 ペア授業 反転学習

②ペアリング→隣りに理解したことを教えあう

えっとね、  
とってきただけならCで  
並べたらPだよ。

PとCの使い方が  
わからなかった…

# 其壱 ペア授業 反転学習

## ③生徒発言授業→教師に教えながら授業進む

(教師) 今日の問題は？

赤玉3個、白玉2個の袋から同時に2個取ったとき、赤玉2個になる確率を求める。

(教師)  
どうやればいいのか？

まず、 ${}_5C_2$  分の…

(教師)  
・まず分数なのはなんで？  
・分数の分母は何くるの？  
・Cってどういうときに使うの？  
・5ってどこから？

確率を聞いているから、  
全ての事象分の  
その事象をまず考えて…

(教師)  
じゃあ、Pは？

確率は全部の通り分の、それが起こる分だから

確率の定義

全ての事象は5個の玉から2個とる。それが分母。

(教師)  
今までの話  
まとめて。

並べたらP。

取ってくるだけだからC使う。

# 其壺 ペア授業 反転学習

## ④まとめの復習(演習)

(心の中で)自分に教えながら問題を解く。

演習終了後、再度隣に教えあう。

「赤玉3個中2個  
とる」だから  
で...  
 ${}_3C_2$

赤玉は  
とってきただけ  
だからC使って...

# 其壱 ペア授業 反転学習

## ⑤生徒からの質問コーナー

教科書に縛られない深い理解を生徒主体に。

(数Ⅱ) 高次方程式をどう解くか。とにかく因数分解で「次数を下げる」って発想が秀逸だよな！  
因数が2次まで下がれば「習ったこと」に持ち込める。

先生。 $x^6 - x = 0$  ってどう解けばいいですか？

おおー、これはおもしろいな。できたら内申点あげるぞー。ちょっとやってみて。

$x(x-1)(x^4 + x^3 + x^2 + x + 1) = 0$  までいきましたー。  
 $x^4 + x^3 + x^2 + x + 1 = 0$  は整数解見つからないッス～。

因数が2次まで下がれば「習ったこと」に持ち込めるぞー。「あること」すればね。わかっただらもってきてね。

話は対称式から極方程式まで発展(^^)「おおー！」と盛り上がりました。

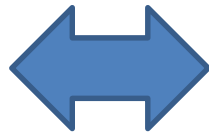
# 其弐 ペアテスト

自宅

授業

復習で分からなかった  
部分を教え合い

ペアリング



自宅  
学習

ペアで復習範囲  
を決め  
勉強してくる

合格：次の範囲へ  
不合格：再度チャレンジ

合格  
不合格

筆記試験  
口答試問

筆記試験：文面で解き方を説明  
口答試問：口答で解き方を説明



# 其弐 ペアテスト

ゲーム感覚で生徒たち取り組む。

筆記試験合格後  
口答試問に挑戦中の  
ペア

(教師)  
この記述に論理の飛躍があるけど、  
具体的に説明してください。

(教師)  
どうしてそう言えるの？

(教師)  
ダメ。ペアリングして対  
策してきてください。

ええっと…  
 $\sin \theta$ は+しかないから…

…んー。

悔しい！〇〇ちゃん  
どうして？教えて！  
(夢中で教えあう！)

# 其参 プレゼン

## 放課後など

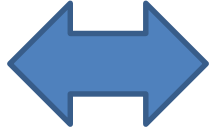
## 授業

班で10分  
プレゼン（授業）  
1時間で2班発表

もっと知りたい！  
上手なプレゼンしたい！  
生徒は勝手に残って準備しだす

発表

プレゼン  
準備



班で質問考え  
質問し、  
発表班が答える

4観点から講評。  
深めたい部分協議する

講評・協議

質疑応答  
類題演習



# 其参 プレゼン

発表班より  
問題提起

頂点(1,2)で点(3,4)を通る二次関数は？

頂点(3,4)で点(1,2)を通る二次関数は？

$$y = \frac{1}{2}(x-1)^2 + 2 \quad y = -\frac{1}{2}(x-3)^2 + 4$$

生徒発見！

Q 頂点と通点入れ替えると開き具合同じで凸の上下だけ変わるの一般的に成り立つ？

$$y = a(x-p)^2 + q \Leftrightarrow a = \frac{y-q}{(x-p)^2}$$

分母は0の時割れないよ。

その後、原点への対称移動・関数の定義などに発展し、探究していきました！

$$\frac{q-y}{(p-x)^2} = -\frac{y-q}{(x-p)^2} = -a$$

成り立つ！  
y-qが原因！

x=p の時は成り立たない？  
じゃあどんなとき？

# 其参 プレゼン

1 + 2 + 3 + ... の文章題。  
(数列は未履修)  
自分で公式を編み出し、証明!

## 生徒からの質問①

公式に「 $\div 2$ 」があるけど、絶対割り切れるのですか？  
割り切れなきゃおかしい。  
→ 奇数 + 奇数の話など具体例で返答。

## 生徒からの質問②

その公式は  $1 + 2 + 3 + \dots$  しか使えない？  
 $1 + 3 + 5 + \dots$  だったらどうするの？  
→ 証明した方法用いてその場で考える  
→ 等差数列の総和の公式を自分で開発!

# 効果は？



演習や探究時間の確保に！

## ペア授業

### ①進度の高速化

→ 数 I A 9月までに全範囲終了

教科書に書いてない細かい  
計算過程や考え方がよくわかった

生徒(わ)予習解説

ほとんど見なかった  
(解説プリントで事足りる)  
(家で勉強する気ない)

動画は何回も再生できるのでよくわかった！

さ(4.1/5.0点)

解説動画のわかりやすさ(生徒同士の教えあいで理解)

気軽に聞けるペアは高評価  
聞きあいやすい環境づくりが大切！

ほぼメンバー固定クラス3.7点/流動クラス3.0点

# 効果は？



ペアテスト

②本質的な理解へのシフト

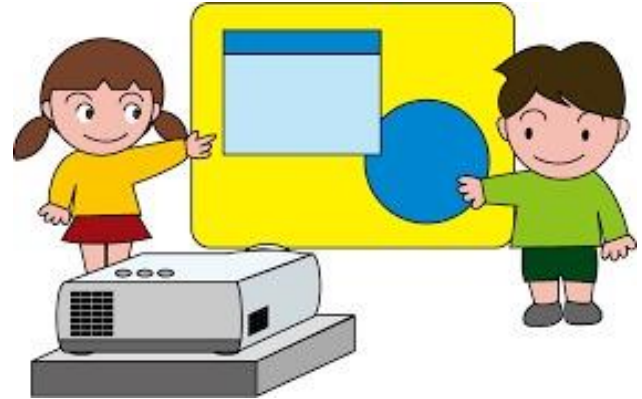
(ただ解法暗記している生徒の実態が目に見えてわかり、重点的に改善できる)

生徒の声(アンケートより)

ペアテストで深く理解できた(4.0/5.0点)

わかったつもりだとわかった。  
わかっててもうまく論理的に説明できないので、苦慮した。

# 効果は？



プレゼン

③深い理解、探究活動へのシフト

どうしてそうなるのか？

社会との関わりは何か？

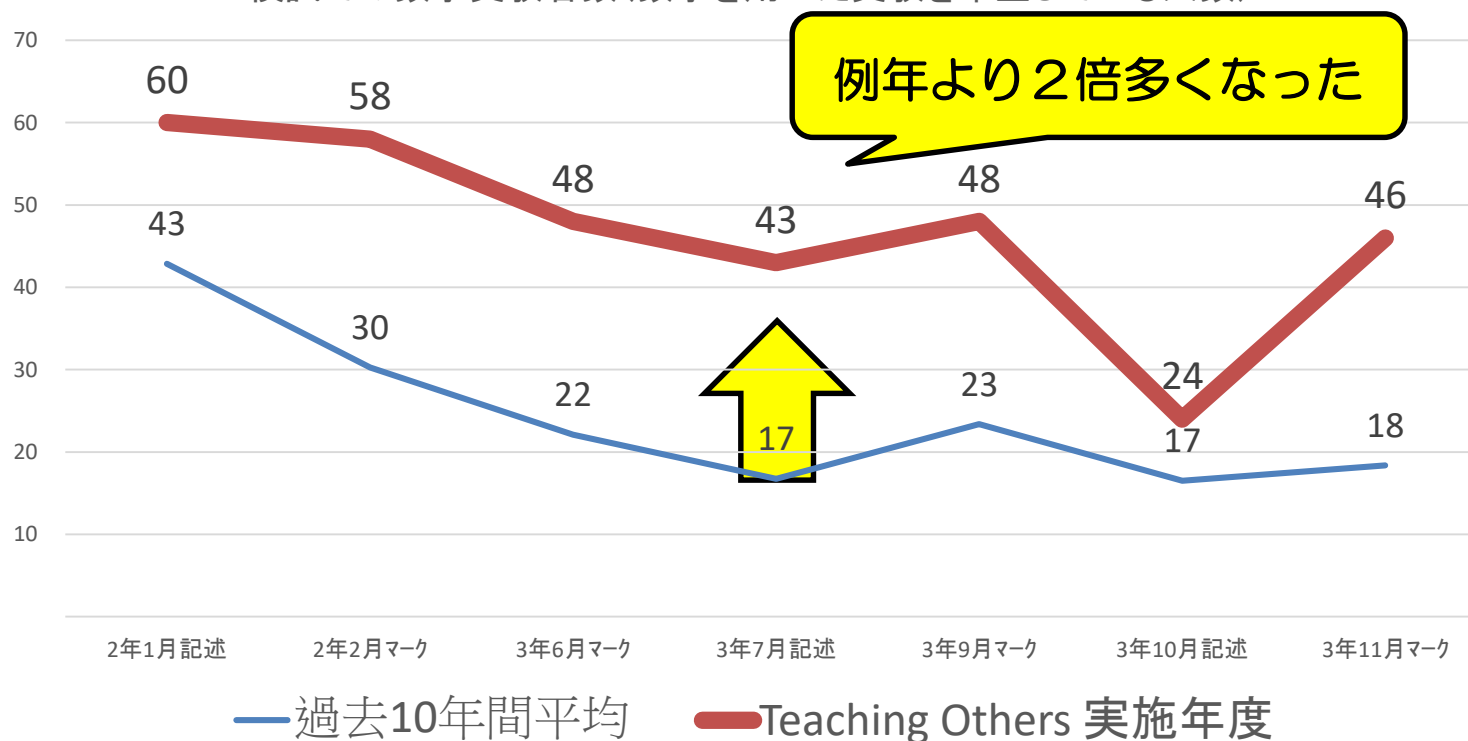
→生徒主体の疑問のため、毛嫌いされがちな定理の証明や文章題に「おお！なるほど！！」と意欲的に向かい、さらに生徒が勝手に発展させていく場面が多くみられた。

# 効果は？

## ④理数系への興味

(理系学部への進学希望が例年2倍以上に)

模試での数学受験者数(数学を用いた受験を希望している人数)

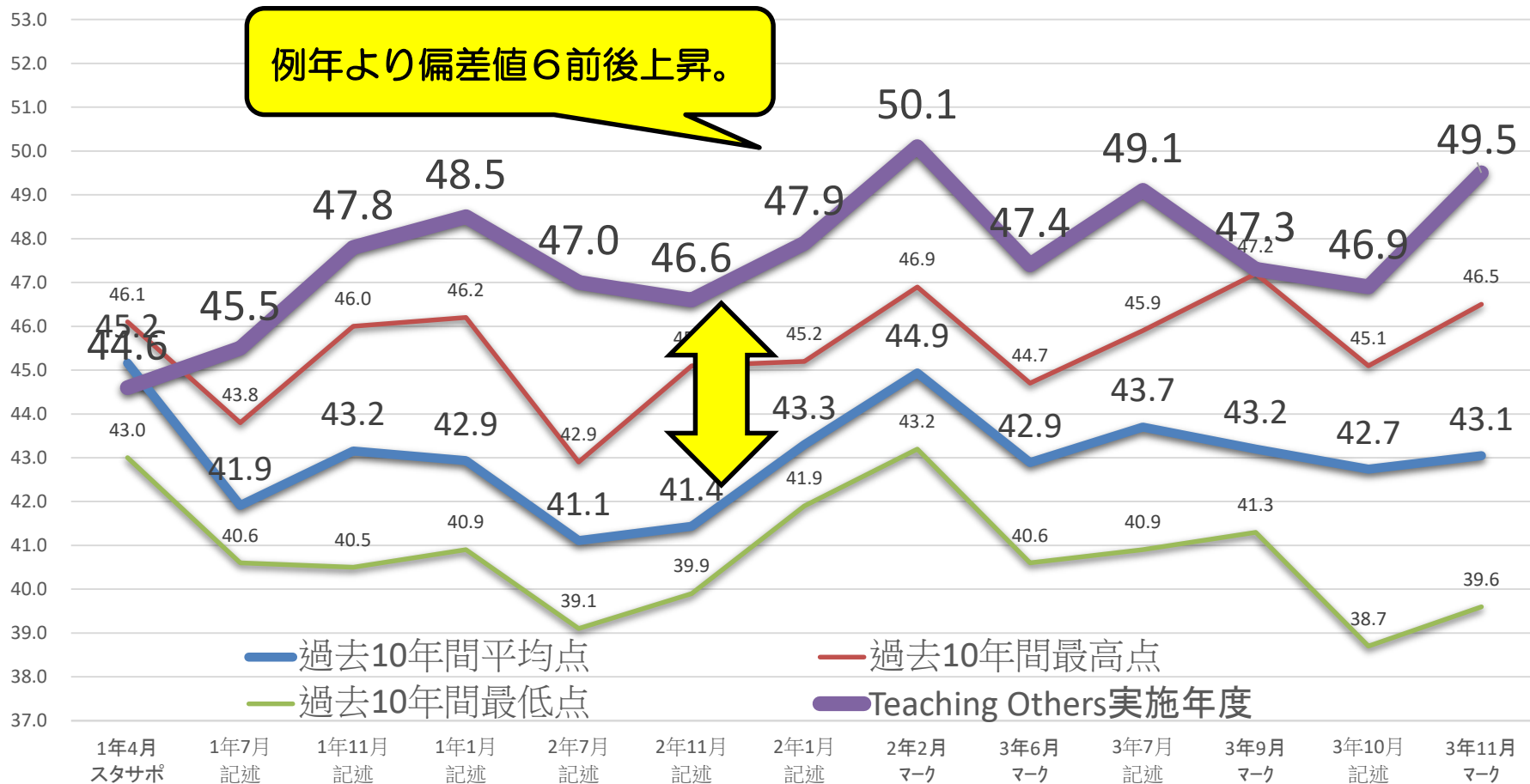


※実施年度はスポーツコース新設(普通コース1減)&定員割学年のため、割合的には3倍の増加。

# 効果は？

## ⑤成績向上（過去10年で最も模試の偏差値が高い）

模試平均点偏差値推移 過去10年比較



# 課題：はたして「定着」したのか？

- 例えば、3年次に正弦定理・余弦定理がスラスラ  
でる子が多くなった。
- 基礎問題ができる・その解法や公式の意味が有  
機的につながって説明できる場面が増えた。  
(感覚的・点数的には定着度UPに感じる)  
→しかし「他の人に教える」が効果あったのか？  
→効果測定するには統制群が必要。  
→そうすると「実験」になり「授業」でなくなる



# まとめと課題

明確に定着したとは言いがたいが感覚的には

- 発言の工夫、説明力が向上。
- それに伴い、解答の論理的な流れが改善。
- それに伴い、理解なきやり方暗記が減少。

(解法の流れを説明できる)

→エピソード記憶化し、定着が向上した。

※特に**口答試問や議論が効果大**

→定着(深い理解や他知識との有機的関連のつながり)に近づいたような気がする。

※「統計的」に効果あることを継続検証。