

# イジングマシンを用いた クラス分けツールによる教員の負担削減

深田 佳佑<sup>1</sup>, 谷地 悠太<sup>1</sup>, 吉村 友和<sup>1</sup>, 多和田 雅師<sup>1</sup>, 戸川 望<sup>1</sup>

1. 早稲田大学

学校の「**クラス分け**」は先生たちを悩ます種となっている



何が問題か？

- 男女比を一定にしたい
- クラス間の学力を同じにしたい
- クラス間の居住地域の偏りを少なくしたい
- 仲の悪い生徒は別のクラスにしたい
- 相性の悪い親は別のクラスにしたい
- 運動能力の差をなくしたい
- 学習障害など特別な支援を要する児童をうまく振り分けたい
- ...



# 背景

学校の「**クラス分け**」は先生たちを悩ます種となっている



何が問題か？

- 男女比を一定にした
- クラス間の
- クラス間の居住
- 仲の悪い
- 相性の悪い親
- 運動能力の
- 学習障害など特別な支援を要する児童をうまく振り分けたい
- ...

**そもそも  
組合せが  
多すぎる！**



# 背景

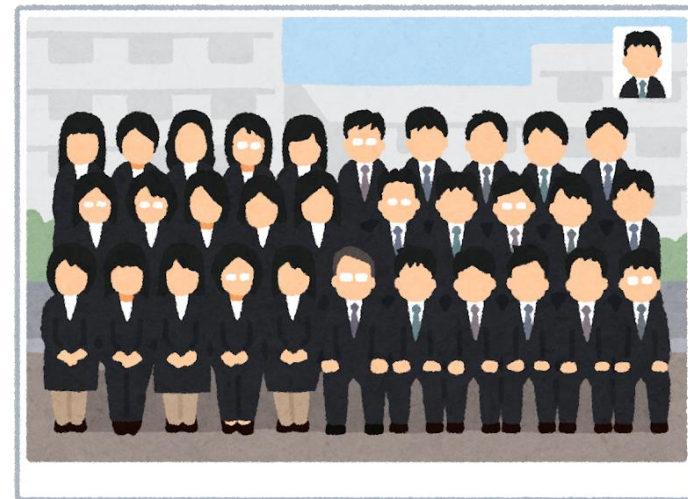
どれくらいの組合せがあるの？

100人の生徒を3つのクラスに分けるなら...

$${}_{100}C_{33} \times {}_{67}C_{33} \times {}_{34}C_{34} \approx 2.9469 \times 10^{26} \text{通り！}$$

(294矜69垓通り)

1秒間に1万通りの  
組み合わせを考えても  
全部で**1000兆年**もかかる！



## 先生はただでさえ忙しい

- 授業
- 部活
- テスト作成
- 教員会議

...



### 教員の残業上限「月45時間」 実現のハードル高く

社会・暮らし

2019年1月25日 20:52

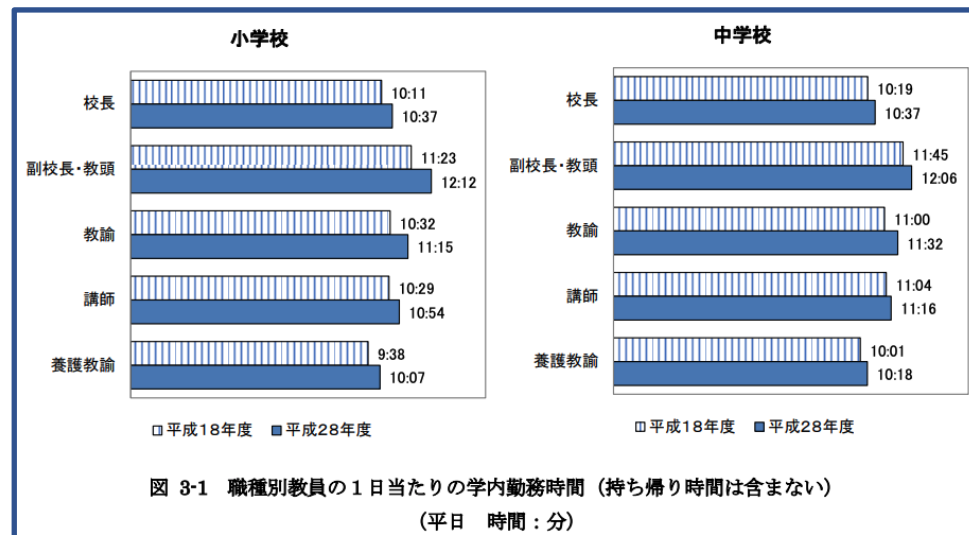
📎 保存

🖨️ 📧 📄 🐦 📘 📌

教員の働き方改革を巡り、中央教育審議会は25日、総会を開き、教員の残業時間の上限を原則「月45時間以内」とする指針の順守を柱とした答申を文部科学相に提出した。既に勤務時間の削減に取り組んでいる学校も多いが、新しい業務が増え、部活動の負担はなかなか減らない。教員や保護者、地域の意識にも課題があり、指針の内容を実現するハードルは高い。

日本経済新聞より引用

<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO40497900V20C19A1CR8000/>



文部科学省「公立小学校・中学校等 教員勤務実態調査研究」より引用

[https://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/detail/\\_icsFiles/afildfile/2018/09/27/1409224\\_005\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afildfile/2018/09/27/1409224_005_1.pdf)

## 先生はただでさえ忙しい

- 授業
- 部活
- テスト作成
- 教員会議
- ...

少しでも  
負担を減らしたい！



### 教員の残業上限「月45時間」 実現のハードル高く

社会・暮らし

2019年1月25日 20:52

保存



は25日、総会を開き、教員の残業時間の  
順守を柱として、文部科学相に提出  
新しい業務が増え、部活

1CR8000/

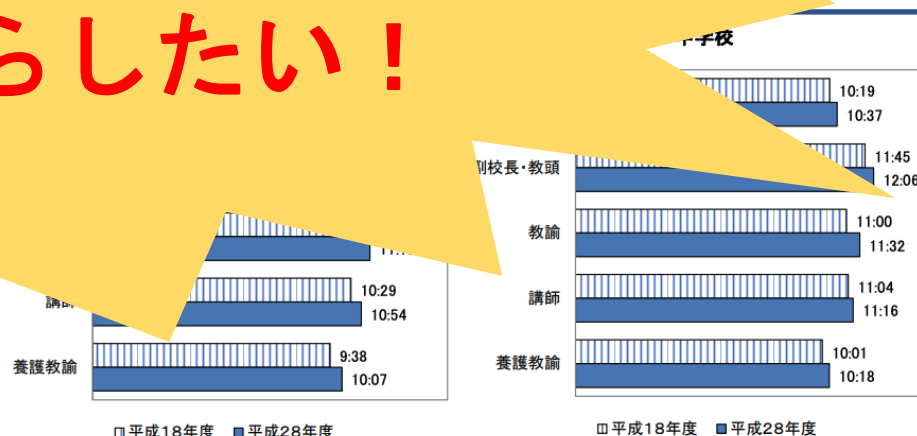


図 3-1 職種別教員の1日当たりの学内勤務時間（持ち帰り時間は含まない）  
（平日 時間：分）

文部科学省「公立小学校・中学校等 教員勤務実態調査研究」より引用

[https://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/detail/\\_icsFiles/afieldfile/2018/09/27/1409224\\_005\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2018/09/27/1409224_005_1.pdf)

それ、Amplifyで解決できますよ！





# エネルギー関数

学校の「クラス分け」は先生たちを悩ます種

何が問題か？

- 男女比を一定にしたい
- クラス間の学力を同じにしたい
- クラス間の居住地域の偏りを少なくしたい
- 仲の悪い生徒は別のクラスにしたい
- 相性の悪い親は別のクラスにしたい
- 運動能力の差をなくしたい
- 学習障害など特別な支援を要する児童をうまく振り分けたい
- ...

今回は4つの条件  
で考える





# エネルギー関数

## 必須条件

① 生徒は1つのクラスにしか存在できない



クラス重複禁止制約

② 各クラスの人数は揃える



クラス人数均等化

## 今回考える条件

③ 男女比を一定にしたい



男女比均等化

④ クラス間の学力を同じにしたい



学力均等化

⑤ クラス間の居住地域の偏りを少なくしたい



地域分散化

⑥ 仲の悪い生徒は別のクラスにしたい



不仲最小化

# エネルギー関数

クラス重複禁止制約  $\mathcal{H}_A = \sum_{i=1}^s \left( \sum_{a=1}^c n_{i,a} - 1 \right)^2$

クラス人数均等化  $\mathcal{H}_B = \sum_{a=1}^c \left( \sum_{i=1}^s n_{i,a} - c_{\text{ave}} \right)^2$

男女比均等化  $\mathcal{H}_C = \sum_{i=1}^s \left( \sum_{a=1}^c \text{sex}(n_{i,a}) n_{i,a} \right)^2$

学力均等化  $\mathcal{H}_D = \sum_{i=1}^s \left( \sum_{a=1}^c \text{level}(n_{i,a}) n_{i,a} - l_{\text{ave}} \right)^2$

地域分散化  $\mathcal{H}_E = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^s \sum_{a=1}^c \sum_{j=1}^s \sum_{b=1}^c \text{area}(n_{i,a}, n_{j,b}) n_{i,a} n_{j,b}$

不仲最小化  $\mathcal{H}_F = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^s \sum_{a=1}^c \sum_{j=1}^s \sum_{b=1}^c \text{hate}(n_{i,a}, n_{j,b}) n_{i,a} n_{j,b}$

$c_{\text{ave}} = (\text{全体人数}) / \text{クラス数}$

$l_{\text{ave}} = \text{平均学力}$

$$\text{sex}(n_{i,a}) = \begin{cases} +1 & \text{if } n_{i,a} \text{ が男} \\ -1 & \text{if } n_{i,a} \text{ が女} \end{cases}$$

$$\text{level}(n_{i,a}) = [0, 1]$$

$$\text{area}(n_{i,a}, n_{j,b}) = \begin{cases} +1 & \text{if } (n_{i,a}, n_{j,b}) \text{ が同じ学区} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{hate}(n_{i,a}, n_{j,b}) = \begin{cases} +1 & \text{if } (n_{i,a}, n_{j,b}) \text{ が不仲} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

## イジングマシンを用いたクラス分けツールによる教員の負担削減

小学校教員向けにクラス分けの案を自動作成します。

クラス分けでは以下の要因を考慮します。

- 各クラスの人数と男女比が揃っていること
- 学力に差がでないようにすること
- 居住地を揃える/揃えないこと
- 児童同士の相性を考慮すること

児童リスト

#	氏名	性別	学力	居住地	相性の悪い児童
---	----	----	----	-----	---------

リストは空です

3

クラスで

クラス分けを生成 »

リストをリセット

ランダムにまとめて追加



ランダムに 10 人

リストに追加

1人ずつ追加



ファイルから追加



最初の画面は  
こんな感じ

# 入力

とりあえずどんな機能が  
知りたい！という場合は  
このボタンを押して  
みましょう

生徒データを  
自動で生成します

ボタンを用いたクラス分けツールによる教員の負担削減

ランダムに生成した生徒データを自動で作成します。

ランダムに生成した生徒データを考慮します。

ランダムに生成した生徒データが揃っていること

ランダムに生成した生徒データを考慮すること

ランダムに生成した生徒データを考慮しないこと

ランダムに生成した生徒データの相性を考慮すること

児童リスト

#	氏名	性別	学力	居住地	相性の悪い児童
---	----	----	----	-----	---------

リストは空です

3

クラスで

クラス分けを生成 »

リストをリセット

ランダムにまとめて追加

ランダムに10人

リストに追加

1人ずつ追加

ファイルから追加

最初の画面は  
こんな感じ

## イジングマシンを用いたクラス分けツールによる教員の負担削減

小学校教員向けにクラス分けの案を自動作成します。

クラス分けでは以下の要因を考慮します。

- 各クラスの人数と男女比が揃っていること
- 学力に差がでないようにすること
- 居住地を揃える/揃えないこと
- 児童同士の相性を考慮すること

### 児童リスト

#	氏名	性別	学力	居住地	相性の悪い児童
リストは空です					

3 クラスで [クラス分けを生成 »](#) [リストをリセット](#)

ランダムにまとめて追加

1人ずつ追加

氏名

Name

性別

男子

学力

Grade: 0~100

居住地

地域1

相性の悪い児童1

相性の悪い児童2

相性の悪い児童3

[リストに追加](#)

ファイルから追加

1人ずつ生徒のデータを追加することも可能

## イジングマシンを用いたクラス分けツールによる教員の負担削減

小学校教員向けにクラス分けの案を自動作成します。

クラス分けでは以下の要因を考慮します。

- 各クラスの人数と男女比が揃っていること
- 学力に差がでないようにすること
- 居住地を揃える/揃えないこと
- 児童同士の相性を考慮すること

児童リスト

#	氏名	性別	学力	居住地	相性の悪い児童
---	----	----	----	-----	---------

リストは空です

3

クラスで

クラス分けを生成 »

リストをリセット

ランダムにまとめて追加

▼

1人ずつ追加

▼

ファイルから追加

▲

ファイルを選択

選択されていません

リストに追加

特定の形式に沿った  
生徒データのCSV  
ファイルで追加する  
ことも可能

# 入力

## イジングマシンを用いたクラス分けツールによる教員の負担削減

ランダムに児童を100名追加しました

児童リスト

#	氏名	性別	学力	居住地	相性の悪い児童
1	Tamura Yuta	男子	60	地域1	
2	Seimiya Sayaka	女子	64	地域2	
3	Hoashi Yuichi	女子	49	地域2	Morimoto Shiho
4	Matsuo Kota	男子	37	地域2	

生徒を追加すると  
こんな感じ

3 クラスで クラス分けを生成 » リストをリセット

生成するクラス数を入力

このボタンを押すと  
自動でクラス分けを生成！

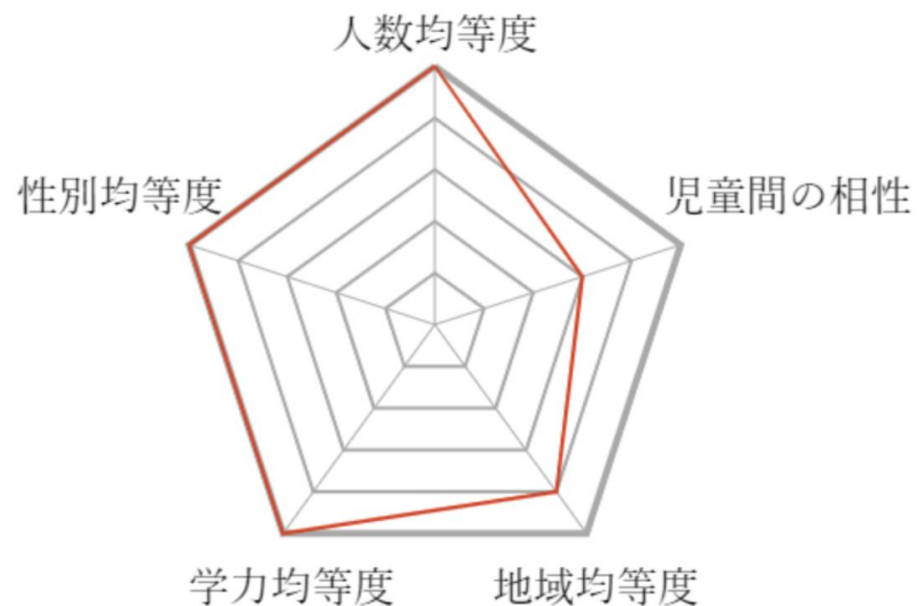
リストに追加



# 出力

結果画面は  
こんな感じ

## イジングマシンを用いたクラス分けツールによる教員の負担削減



CSVでダウンロード

別のクラス分けを生成

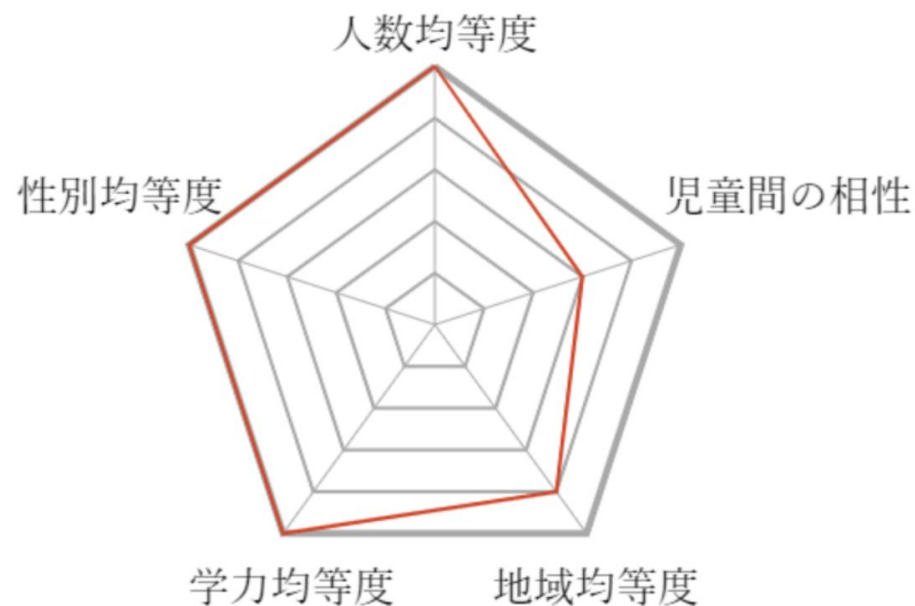
戻る

#	氏名	性別	居住地	相性の悪い児童	割当クラス
1	Matsuo Kazushi	F	75	Endo Mayu	クラス3
2	Yamashita Haruka	M	51	Shibata Yuri	クラス2
3	Oya Hiyori	F	35	Nakamura Yuya, Takase Manamo	クラス2
4	Shirai Yuta	F	59		クラス3

# 出力

## イジングマシンを用いたクラス分けツールによる教員の負担削減

結果画面は  
こんな感じ



結果を一覧で表示

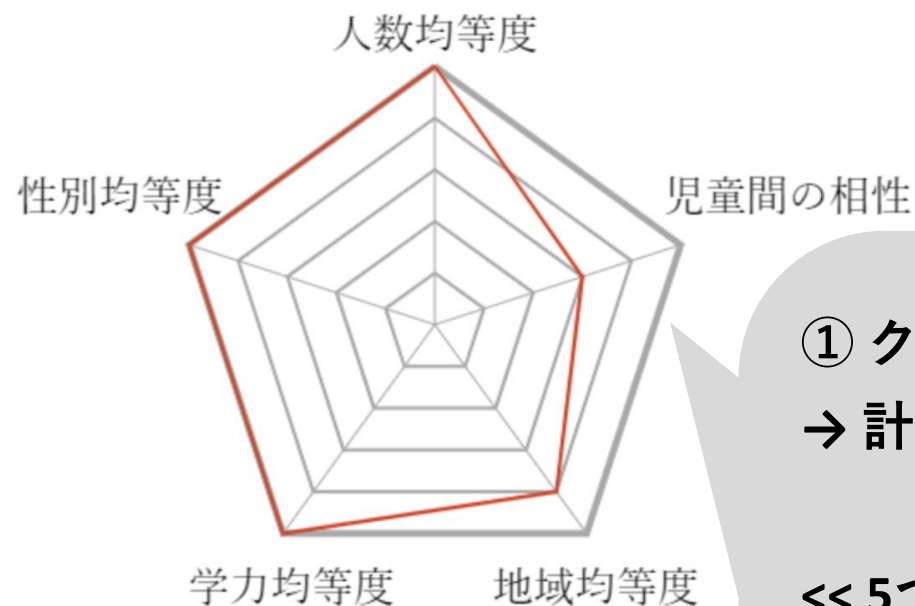
結果をCSVファイル  
で保存できます

CSVでダウンロード					
別のクラス分けを生成					
戻る					
#	氏名	性別	居住地	相性の悪い児童	割当クラス
1	Matsuo Kazushi	F	75	Endo Mayu	クラス3
2	Yamashita Haruka	M	51	Shibata Yuri	クラス2
3	Oya Hiyori	F	35	Nakamura Yuya, Takase Manamo	クラス2
4	Shirai Yuta	F	59		クラス3

# 出力

## イジングマシンを用いたクラス分けツールによる教員の負担削減

結果画面は  
こんな感じ



① クラス重複禁止制約  
→ 計算後に必ず満たすよう補正処理を適用

<< 5つのパラメータで結果を表現 >>

- ② クラス人数均等化 → 人数均等度
- ③ 男女比均等化 → 性別均等度
- ④ 学力均等化 → 学力均等度
- ⑤ 地域分散化 → 地域均等度
- ⑥ 不仲最小化 → 児童間の相性

結果をCSVファイル  
で保存できます

CSVでダウンロード		別のクラス分けを生成		戻る
#	氏名	性別	居住地	相性の悪い児童
1	Matsuo Kazushi	F	75	Endo Mayu
2	Yamashita Haruka	M	51	Shibata Yuri
3	Oya Hiyori	F	35	Nakamura Yuya
4	Shirai Yuta	F	59	