

学力に関するモデルを利用した少人数学級の有効性の検証

明治大学 総合数理学部 現象数理学科 池田研究室

1. 目標

〔矢野 寛大、神澤 龍彦、山田 隆志、野川 康、寺野 隆雄：『少人数学級は有効か？— エージェント・ベース・シミュレーションによる学級実証と学力との関係—』、教育システム情報学 16(1)、22、No. 4、2015、pp. 236-242〕

シミュレーションによる少人数学級の有効性の考察
矢野らの学力に関するモデル → 学生の学び方に制限

- 目標
- 1) 矢野らの数理モデルの修正
 - 2) 少人数学級の有効性の検証

矢野らのモデルは2015年のもので現代の学び方の再現が不可

2. 学生の学習(1ステップ)の流れ

準備: 主導(教員/教え合い)決定

主導: 学校の方針

1ステップでの方略の個数決定

学習方略: 学生の学び方

1. 学習(数理モデルを用いた学生の学力の更新)

教員主導における学生の学力に関する数理モデル

$$aw_i(t) = p\{6 - ac_i(t-1)\} \quad \leftarrow \text{教員から学ぶ}$$
$$+ q\{5 - |ac_i(t-1) - ac_f(t-1)|\} \quad \leftarrow \text{友人と学ぶ}$$
$$+ (1-p-q)ac_i(t-1) \quad \leftarrow \text{自習}$$

教え合い主導における学生の学力に関する数理モデル

$$aw_i(t) = p\{3 + |ac_i(t-1) - 3|\} \quad \leftarrow \text{教員から学ぶ}$$
$$+ q\{1 + |ac_i(t-1) - ac_f(t-1)|\} \quad \leftarrow \text{友人と学ぶ}$$
$$+ (1-p-q)ac_i(t-1) \quad \leftarrow \text{自習}$$

aw_i : 1ステップにおける生徒*i*の学習量(学力の増分量)
 aw_i の合計が学力の値となる

ac_i : 生徒*i*の学力階層

学力階層: 頭の良さの指標

学生を成績順に並べ、順位をもとにラベル付け

ac_f : 友人の学力階層

例えば、頭の良い学生 学力階層は 5
頭の悪い学生 学力階層は 1 となる

p : 「教員から学ぶ」方略の式に関する重み

q : 「友人と学ぶ」方略の式に関する重み

新たに追加
方略の数の調整を
可能に

① 学習方略2つ同時に選ぶ場合

教員から学ぶ & 自習 $p = 1/2$
友人と学ぶ & 自習 $q = 1/2$

教員から学ぶ & 友人と学ぶ $p = q = 1/2$

生徒は新たな学習方略から選ぶ
→ p, q が決まる
(1. 学習で使用するモデルが決まる)

② 学習方略3つ同時に選ぶ場合

教員から学ぶ & 友人と学ぶ & 自習 $p = q = 1/3$

2. 学力の値に基づき、生徒の順位の更新

3. 生徒の順位による選好の更新

選好: 学習方略に対して持つ好み
(注) 3方略の場合選好を考えない

選んだ方略の選好

他の方略の選好

順位 ↑

上がる

下がる

順位 ↓

下がる

上がる



例: 「教員から学ぶ」方略を選ぶ

順位 ↑ 次回「教員から学ぶ」を選ぼう

順位 ↓ 次回は別の方略を選ぼう

選好で方略の選び方に变化 → 学習に影響

シミュレーション条件

二次元空間上で実行

T
 t_1

t_1 : 「教員から学ぶ」を選べる学生
 t_2 : 「教員から学ぶ」を選べない学生
 T : 教員
 T' : t_1, t_2 と別の学校の教員

t_4
 t_3

t_2 T'

t_3, t_4 : 「友人と学ぶ」を選べる学生
 t_5 : 「友人と学ぶ」を選べない学生

t_5

近くに教員or友人がいない場合、方略選択に制限

3. 学力の結果/考察

教員主導における学生の学力の結果

モデル 学力値	先行研究	2方略	3方略
上位	4805	2964	3007
全体	3965	2729	3000
下位	2317	630	1930

結果 ・ 学力の値が小さくなった
・ 先行研究に比べ、上位・全体平均の学力
平均値の差が小さくなった

1方略あたりの影響が分散され、学力階層の高い生徒の1ステップにおける学習量の値が小さくなった。また、上位層の平均が下がったことにより、全体の平均も下がった。

教え合い主導における学生の学力の結果

モデル 学力値	先行研究	2方略	3方略
上位	4512	4902	4770
全体	3050	4817	4556
下位	1413	4093	3194

結果 ・ 学力の値が大きくなった
・ 先行研究に比べ、上位・全体平均の学力
平均値の差が小さくなった

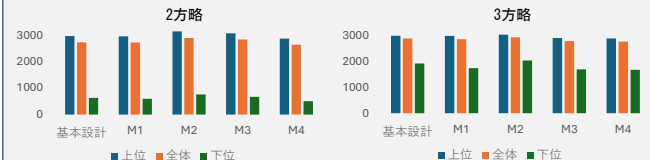
「友人と学ぶ」方略の重みが小さくなることで、友人の学力階層の差が同程度(順位に差はない)場合でも安定した値を取りやすくなった

4. 少人数学級の有効性

施策 教員の追加配置を行う

基本設計: 追加配置前 施策1 (M1): 小学校・中学校・高校均等
施策2 (M2): 小学校のみ 施策3 (M3): 中学校のみ 施策4 (M4): 高校のみ

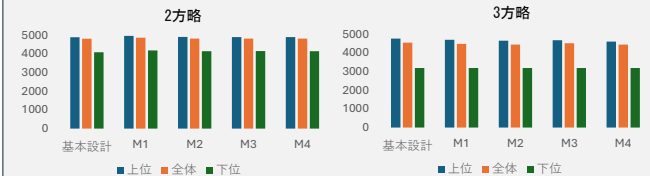
教員主導における有効性の結果



結果 ・ 2方略の場合、施策2がよい
・ 3方略の場合、下位平均のみ施策2がよい

小学校では、学生の学力差がなく、学生が学ぶ上で環境に左右されにくいため、また、1番学力向上に有効な「教員から学ぶ」を選択しやすくなった効果である

教え合い主導における有効性の結果



結果 ・ 全体的に、施策毎に大きな変化なし
・ 2方略の場合、均等に追加配置
・ 3方略の場合、追加配置しない方がよい

1番学習向上に有効な「友人と学ぶ」を選択しやすくなった
一方、教員の追加が学校方針(教え合い主導)と関係ないため、少人数学級の有効性がない

5. 結論

- 1) 各方略に重みづけの項を導入することで修正
- 2) 少人数学級は学習方略に制限をかけた際、有効
しかし、学校方針や教員の授業形式で有効性は変わる