

そろばん授業の効果分析：プロGRESS・レポート

阿部眞子^a 大竹文雄^b 佐野晋平^c

要約

本稿は、尼崎市計算教育特区によるそろばん授業（「計算科」）導入が小学生のアウトカムに与える効果を分析した。同事業は、学校間で導入時期にラグがあること、学校間や生まれ世代で授業時間数が異なる特徴があるため、生徒の固定効果を制御したうえで差の差推定を行うことで制度導入の効果を検出できる。児童生徒パネルデータを用いた差の差推定によると、「計算科」導入は算数スコアを引き上げるが数量的には大きくない、国語のスコアとは明確な関係が検出されない、学習意欲、グリットへの正の影響が観察される一方で、自己肯定感を抑制する点が確認された。

JEL 分類番号： I20, I21, I24

キーワード：教育方法、テストスコア、グリット、差の差分析

^a 大阪大学大学院国際公共政策研究科博士前期課程 u656691k@ecs.osaka-u.ac.jp

^b 大阪大学大学院経済学研究科 ohtake@econ.osaka-u.ac.jp

^c 千葉大学大学院社会科学研究院 shimpei_sano@chiba-u.jp

1. はじめに

学校教育は人的資本蓄積の主要な手段の一つであり、その成果は認知能力や非認知能力の向上で評価される。認知能力や非認知能力は将来の労働市場でのパフォーマンスを予測する有力な指標の一つであるため (Hanushcek and Wossmann 2015, Heckman 2013), これらの指標を向上させることは労働生産性の向上や貧困対策を目的とした政策手段の一つにかけられる。

認知能力や非認知能力の向上を政策目的とされることがあるものの、その具体的な手段としてどのような教育手段が有効であるかは必ずしも自明ではない。たとえば、クラスサイズの縮小 (Akabayashi and Nakamura 2014, Dee and West 2011), 教育カリキュラムの影響 (Cantoni et al 2017, Alan and Ertac 2018) などがあるが、その効果は置かれた環境、時期などにより一様ではない。

本研究は、認知能力や非認知能力の向上を目的とした教育施策である尼崎市計算特区による「計算科」授業導入に着目し、尼崎市の行政データを用い、「計算科」導入が小学生のアウトカムに与える効果を分析する。「計算科」授業は、尼崎市内の全公立小学校で、2004年度から実施されている教育施策だが、その特徴は以下の3点である。第一点目は、総授業時間を変更せずにその教育内容を変えたことである。第二点目は、学校ごとに導入時期にラグがあることである。第三点目は、学校や生まれ世代で授業時間にばらつきがある点である。後ろ2つの特徴は、制度の導入ラグを利用した差の差推定が適用可能であることを示している。

本研究の特徴は以下の3点である。第一に、行政データの利点を活かし児童生徒データと住基コードとマージさせることで、児童生徒の属性と学力などをパネルデータとして利用できる点である。第二の利点は、テストスコアだけではなく、アンケート調査による非認知能力の指標も把握可能な点である。第三の利点は、「そろばん授業」という教育実践方法が認知能力や非認知能力に与える影響を評価できる点である。

2. 分析方法

2.1. そろばん事業

本稿の分析対象である、尼崎市計算教育特区は、構造改革特別区の一環として実施された。尼崎市は歴史的に海陸交通の要所であり、商業都市として栄え、商人の素養としてそろばんが普及していた。市はこの点に着目し、生徒児童の基礎計算力や学習意欲の向上を目的として、構造改革特別区の制度を利用することで教育カリキュラムを変更し、そろばん授業を行う「計算科」を設置した。

尼崎市計算教育特区による「計算科」には3つの特徴がある。1つ目は、総授業時間を変

えずに、そろばん授業を行う「計算科」を設置した点である。たとえば、3年生の年間総授業時間は910時間だが、「計算科」に50時間利用する代わりに、算数の時間を150から135時間に、総合的な学習時間を105時間から70時間に削減することで、総授業時間を一定に保った。

2つ目の特徴は、「計算科」導入時期が学校により異なる点である。制度開始の2004年度には、パイロット的に2校で実施され、2006年度には10校、2008年度には20校と順次拡大していき、2009年度までに市内の全小学校に適用した点である。つまり、同一時点において、制度が適用された学校（処置群）と潜在的に制度が適用される予定があるがその時点では導入されていない学校（制御群）が存在することになり、それらの導入前後の変化を観察することができる。

3つ目の特徴は、「計算科」の対象となる学年や授業時間が、学年と実施年により異なる点である。計算科はすべての学年で実施されているわけではない。また、学年によっても実施時間は異なる。図1は生まれ年別にみた2つの学校における累積そろばん時間数の例である。A校の1996年生まれは小学校卒業までに計200時間授業を受けるが、1998年生まれは150時間授業を受ける。一方、B校の同じ世代はそろばん授業を受けない。このように生まれ世代と学校によりそろばん授業時間数に変動があることがわかる。

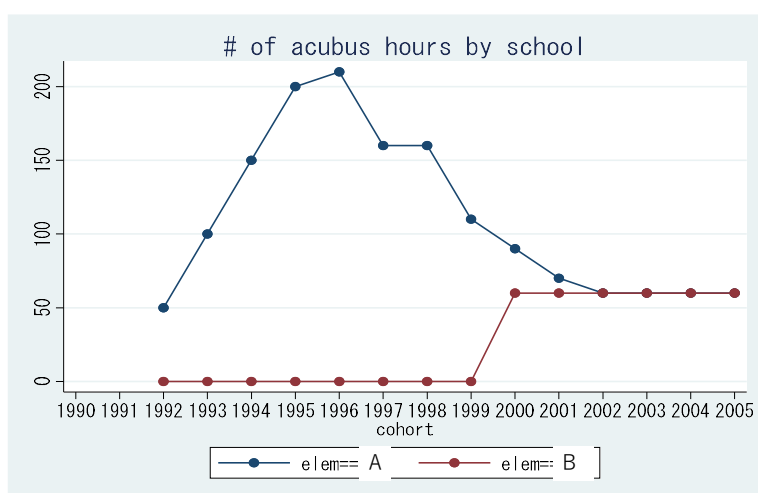


図1. 生まれ年別・学校別累積そろばん授業時間数

2.2. 推定モデル

尼崎市計算教育特区による「計算科」設置の特徴は、差の差法（DD）による同制度の評価を可能にしている。推定モデルは以下の通りである。

$$Y_{ijat} = \beta I(\#Acubus \geq 1)_{jat-1} + controls + \sum a_j + \sum a_t + a_i + u_{ijat}$$

ここで Y はアウトカムであり、処置変数は、ある学校 j が $t-1$ 時点でそろばん授業を導入したかどうかのダミー変数である。処置変数は、そろばん授業実施有無ダミーとは別に $t-1$ 年までに個人 i が所属した学校 j 、コホート a における累積そろばん授業時間（単位：100時間）も用いる。 $controls$ は制御変数のセットであり、後述する個人属性および学校属性である。学校固定効果、時点効果、個人効果を制御する。推定方法は固定効果モデル、処置は学校単位で実施されているので、学校単位でクラスタリングロバスト標準誤差を計算する。

3. データ

本稿で用いるデータは尼崎市内の公立小中学校に通学していた児童生徒全員を対象とし、2006年から2012年度および2015年度に尼崎市が独自に実施した『尼崎市学力・生活実態調査』の個票データ（以下、生徒児童パネルデータ）である。同データを生徒個人の住基コードと接合することで、パネルデータとして利用可能になるだけでなく、他の行政データとの接合が可能となる。住基コードへの接合は、尼崎市により実施され、コードがハッシュ化されたデータが研究者に提供された。

行政データは、2006年から2015年度にかけての小中学校在校状況データ、2006年から2015年度までの生活保護受給データ、小中学校の学生数およびクラス数、尼崎市独自の教育施策に関するデータからなる。それぞれを年×個人IDあるいは学校をキーとして接合した。

生徒児童パネルデータは、各年度の4月に実施される学力調査と生活実態にかかわる調査票からなる。対象は市内の公立学校すべてだが、調査実施年度により対象学年が異なる。たとえば、2007年度に3年生であった児童は2012年度で中学2年生になるまですべての年で追跡可能だが、2009年度に3年生であった児童は2012年度では観測できるが、その間の年は観察されない。

本稿では、サンプルを小学生に限定し、またパネルデータとして追跡でき、そろばん実施の変動がある1998年コホートのデータを用いた。サンプルサイズは約13000（児童約3500人）である。

被説明変数は学力調査のスコアとアンケートによる非認知能力の指標である。学力の指標は算数と国語である¹。各教科は4ないし5の観点別に得点が付与されており、各観点の得点率の平均をとり、そのスコアを学年および調査実施年で平均0、標準偏差1となるように標準化した。

¹ 学力調査の対象となる教科は、国語、算数、理科、社会だが、理科、社会はすべての学年で実施されているわけではない。

非認知能力の指標として、「先生の話をよく聞く」、「仕事のために勉強する」、「自分が好きだ」、「何か始めたら最後までやりぬくほうだ」の、4種類の変数を利用した²。各設問は、「1当てはまらない」から「4 あてはまる」、の4段階の回答からなる。わからない、非該当は欠値として扱い、学年、調査年で平均0、分散1に標準化して用いた。

児童生徒の属性として、性別、相対年齢、生活保護受給経験の有無が利用可能だが、これらは時間を通じて一定であるため、児童固定効果として制御される。学校属性は、所属する学年生徒数とクラス数から算出した平均クラスサイズ、および学年生徒数を用いる。なお、クラスサイズ、そろばん授業の実施状況など学校レベルデータは、学力試験が各年度の4月に実施されているため、前年度のものを利用する。

4. 分析結果

表1は差の差推定の結果である。処置変数としてそろばん授業実施ダミーを用いた場合、算数、国語の係数は正であるが統計的に有意ではない。「先生の話をよく聞く」、「仕事のために勉強する」、「何か始めたら最後までやりぬくほうだ」を被説明変数とした場合、そろばん授業実施ダミーの係数は正で統計的に有意だが、「自分が好きだ」の場合は統計的に有意ではない。

処置変数を累積授業時間にした場合、算数、「先生の話をよく聞く」、「仕事のために勉強する」、「何か始めたら最後までやりぬくほうだ」の係数はそれぞれ正で統計的に有意であるが、国語は統計的に有意ではなく、「自分が好きだ」は負で統計的に有意である。数量的には、そろばん授業の累積的な授業時間が100時間増加すると算数のスコアを約0.093標準偏差引き上げる。行政データでクラスサイズの効果を検証したIto et al. (2019)によると、学級規模10人削減が学力を約0.01-0.07標準偏差引き上げるが、本稿の結果はその水準に近い。加えて、Ito et al. (2019)はクラスサイズの削減は非認知能力を向上させない結果と比較すると、そろばん授業導入は学習意欲、グリットを引き上げる可能性を示唆する。

「計算科」導入は算数スコアを引き上げるが数量的には大きくない、国語のスコアとは明確な関係が検出されない、学習意欲、グリットへの正の影響が観察される一方で、自己肯定感を抑制する点が確認された。長期効果(中学)への影響、二極化などばらつきへの影響、男女差や相対年齢効果との関連を検討することが今後の課題である。

² その他には「授業中おしゃべりをしない」、「成績のため勉強する」、「先生のために勉強する」という指標が利用可能である。

表 1 差の差推定結果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	算数	国語	先生の話をよく聞く	仕事のため勉強	自分が好き	やり抜く
処置変数(A) 算盤実施	0.139 (0.0868)	0.0572 (0.0764)	0.144** (0.0658)	0.247** (0.0918)	-0.00925 (0.0985)	0.194*** (0.0458)
処置変数(B) 算盤時間	0.0927** (0.0418)	0.0598 (0.0447)	0.187*** (0.0648)	0.0915* (0.0501)	-0.120** (0.0559)	0.141*** (0.0517)
Observations	13,134	13,135	12,957	12,929	12,935	12,975
R-squared	0.003	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002
Number of personid	3,555	3,553	3,557	3,557	3,557	3,557

注：***は 1%，**は 5%，*は 10%水準で統計的に有意であることを示す。標準誤差は学校単位でクラスタリングしている。被説明変数は学年と実施年で標準化している。処置変数 (A) はそろばん授業実施ダミー，処置変数 (B) は累積授業時間数を説明変数として別々の推定結果である。

引用文献

Akabayashi, H. and Nakamura, R. (2014) “Can Small Class Policy Close the Gap? An Empirical Analysis of Class Size Effects in Japan”, *Japanese Economic Review*, Volume 65, Issue 3, pp. 253–281

Alan.S and S. Ertac (2018) “Fostering Patience in the Classroom: Results from Randomized Educational Intervention”, *Journal of Political Economy*, vol. 126, no. 5, pp.1865-1911

Cantoni, D., Y. Chen, D. Y. Yang, N. Yuchtman and Y. J. Zhang (2017) “Curriculum and Ideology”, *Journal of Political Economy*, Vol. 125, No. 2, pp. 338–392

Dee, T.S. and West, M.R. “The Non-Cognitive Returns to Class Size” *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 2011, 33(1), pp.23-46.

Hanushek, E.A. and Wossmann, L. (2015) *The Knowledge Capital of Nations*, CESinfo Book Series

Heckman (2013) *Giving Kids a Fair Chance*, Boston Review Books

Ito, Hirotake and Nakamuro, Makiko and Yamaguchi, Shintaro,(2019) “Effects of Class-Size Reduction on Cognitive and Non-Cognitive Skills”, RIETI DP 19-E-036