

# 経済力か，才能か，環境か？ -教育政策を考えるエージェント・シミュレーション-

増田知昭 山田隆志 山本学 吉川厚 寺野隆雄 (東京工業大学)

## Income, Talent, or Environment? -Agent-based Simulation to Consider Education Policies-

\*T. Masuda, T. Yamada, G. Yamamoto, A. Yoshikawa and T. Terano  
(Tokyo Institute of Technology)

**Abstract**— Since education policy dictated by the government affects economic activities and value of labor power of a country, it needs to be examined. This paper proposes a simulation model of the relations between education and social stratification, including alternation of generation, based on Bourdieu to examine education policies. The education policies examined are whether there are relations between one's academic background and his/her lifetime income, and what kind of effects are observed when financial support from grandparental generation is permitted. The main results are as follows: (1) Giving an opportunity to go to college to low-income population improves total incomes and academic skills because going to college is a key factor to be high-income. This is effective even if not all colleges employ this policy. (2) Financial support from grandparental generation may solidify the income class.

**Key Words:** Agent-based simulation, Education policy, Social stratification, Alternation of generations

### 1 背景と目的

本研究では世代交代の中で教育と社会階層の関係を分析する為の人工社会を提案し，そこで社会的な施策の検討を行う。

国際成人力調査 (Programme for the International Assessment of Adult Competencies; PIAAC) により日本の戦後教育の効果が高かったことが国際的に明らかになった<sup>15)</sup>。一般に教育制度が実際の学力に結びつくと言われているが，それが改めて確認された事例と言える。敗戦後の日本では日本国憲法や教育基本法により教育機会の平等が示され，公教育が始まった。このような当時の諸外国に比べて平等な教育によって PIAAC の結果がもたらされたものと考えられる。

しかしながら，少子高齢化の中で教育支出の割合が減少している。OECD の中でも日本の GDP に対する教育機関への公的支出は最低であり，OECD 平均が 5.4% である所，日本は 3.4% と極めて低い<sup>7)</sup>。先に述べた PIAAC においても若年層の学力は中高年のように諸外国に比べて際立って高いとは言いがたい。これは諸外国に比べて教育の量や質で劣るようになってきた可能性を示唆している。

また，親の収入が高ければその子の学力が高くなるという報告がある<sup>27)</sup>。特にコストがかかると考えられる大学の進学においては親の所得によって進学率が大きく異なる<sup>37)</sup>。その一方で，学力が収入が高くなるという調査もある<sup>29)</sup>。教育と所得の関係から格差が広まっていくことについては文部科学省も問題視している<sup>37)</sup> という現状がある。

教育格差は悪循環する傾向になる。親の収入によって得られる教育が変わり，その教育により得られた学力や学歴で収入が増減する。つまり，教育を介した世代間の所得移転が発生し，社会的な階層の固定化が亢進する。

しかし，政府の経済援助等で大学に進学できれば高い所得を得られる可能性も高まり，教育格差による経済格差の拡大の抑止につながりうる。ここで教育と社会階層について検討するためには世代交代という要素が必要であることが分かる。

国家百年の計というように教育行政は国の長期的な方針を示すものである。誤った意思決定は社会に対して大きな悪影響を及ぼしかねない。試してから考えるというわけにはいかないのである。だからこそ，政策決定議論においては事前に政策の効果分析が必要である。

そこで本研究では Bourdieu に基づいた<sup>5)</sup> 世代交代における教育と社会階層の関係を記述した人工社会モデルを提案する。その上で公的施策の検討を行う。特に経済援助や授業時間の増減等，財政と家計に関する政策を扱う。ただし，ここでは社会階層は所得階層と学歴による階層とする。

これにより格差の固定化や教育の平等性に関する施策の効果を明らかにし，教育行政や経済行政に資するものとする。

### 2 関連研究

ここでは教育政策の実験や調査について述べ，本研究の位置付けをする。

#### 2.1 現実で行われた教育施策実験

現実で実際に行われた教育施策に関する実験として STAR(Student/Teacher Achievement Ratio) プロジェクト<sup>19)</sup> がよく知られている。これは米国のテネシー州で行われたプロジェクトで教員と生徒の比率，特に少人数学級の効果について注目した調査である。1985 年から 1989 年までの 4 年間実施され，約 6400 人の生徒と約 300 人の教師が対象となった。世界的にも大規模な調査であり，少人数学級の有用性を明らかにした。しかしな

がら、親によって転校や引っ越しが為されてしまう等、部分的には実験として統制のとれていない部分もあった。実際に教育を行う以上、現実で政策の試行をすることの困難さを示しているとも言える。

より小規模となるが、米国ミシガン州でのワイトコートらによるペリー就学前計画<sup>11)</sup>も教育施策実験と言える。これは低所得者層の幼児に対して質の高い教育プログラムを行い、縦断的調査を行ったものである。3歳程度から小学校卒業までプログラムを実行した結果、教育を受けた子供の高校での出席率の向上のみならず、彼らが中年になった時の所得にまで正の影響が認められた。

これらの実験からはわかることは政策の実証的な効果測定は重要な一方、相対的に損をする側が存在してしまう実験では完全な統制を取れないということである。したがって、現実的には社会的な意識調査や経済的調査を行って政策の効果を予測するといったことが多い。

## 2.2 社会調査

Bourdieu らの調査によれば経済力が教育費につながるだけでなく、社会階層の違いは文化資本の違いでもあり、この文化資本が親子で伝搬するという<sup>6)</sup>。それが仕事に関する意思決定にも影響を及ぼすとしている。例えば所得の少ない親の子は安定した教職のような職業に就こうとするあまり、高い所得を得られるような職業を結果的に諦めてしまう傾向にあると報告している。これは親の社会階層は子の就業意識という形で、子の所得に影響を与えている可能性を示唆している。

日本での社会階層と社会移動に関する調査としては10年に一度行われる社会階層と社会移動全国 (Social Stratification and Social Mobility; SSM) 調査がある。特に近藤は SSM 調査の結果に対して Bourdieu の分析枠組みを適用して社会空間を構築し、教育達成が社会階層に影響を受けたことを示している<sup>23)</sup>。

学齢期から青年にかけてを対象とした縦断的調査としては耳塚らの青少年期から成人期への移行についての追跡的研究 (Japan Education Longitudinal Study; JELS) がある。JELS は学校から職業への以降過程に関する大規模なアンケート調査である。この調査報告書で寺崎は親の学歴といった文化資本が子の学習環境整備や期待につながっていると示した<sup>26)</sup>。

しかしこれらの研究は現状分析で、政策を事後間接的に評価しているとは言えない。そこで社会をモデル化し、そのモデル上で政策を施行して効果の分析をすることが考えられる。

## 2.3 シミュレーションによる政策の検討

教育と労働の結びつきといった観点から経済学では教育投資に関する理論が検討されている<sup>13)17)</sup>。しかし、日本では教育政策の評価はタブー視されており研究はあまり多くない<sup>41)</sup>。

海外での世代交代を含んだ教育施策の検討として、Glomm らの研究<sup>10)</sup>がある。これは世代重複モデルにおいて公教育と私教育の比較をする為に環境や技術、所得分配などを含んだモデルを構築し、公教育は社会の不平等を急速に小さくすることを明らかにした。更に、社

会の多数派が平均以下の所得しかないのであれば社会は公教育を選択するだろうとしている。

Benabou は税制という観点から教育の政策の分析をシミュレーションにより行っている<sup>2)</sup>。どのような政策にすれば最大の税収を効率的に得られるのかを検討し、積極的な教育投資は相続よりも高い経済成長が見込めるとともに、社会保険のコストも小さくなるとした。

日本では Arai らのエージェント・ベース・モデリング (Agent-based modeling; ABM) によるゆとり教育の分析がある<sup>1)</sup>。ゆとり教育は中位層及び下位層に対して学力低下につながったとされているが、Arai らの研究はこれを予見したものと言える。

矢野らは学校内における教員配置の ABM のモデルをもとに、シミュレーションを用いて教員の再教育政策についてのコスト分析をしている<sup>40)</sup>。この研究でも教員の再教育が政策的な課題となった時に予め効果の分析を行った。

これらのように社会をモデル化し、シミュレーションを行うことで政策を実施前に検討することは可能であると考えられる。本研究では教育に関する政策が世代交代を通じて社会に及ぼす影響を分析する為に Bourdieu の人的資本に基づく人工社会モデルを構築し、実際に検討を行う。特に経済的な政策を検討する。

## 3 教育と社会階層の関係を分析するエージェント・シミュレーション・モデル

本研究では学校や経済システムを含んだモデルを構築し、そこで政策の評価を行う。ここでは構築したモデルについて述べる。

モデル化としては ABM を用いる。ABM を用いた政策の分析には既に述べた Arai や矢野の他に、Berger<sup>3)</sup> や Boulanger ら<sup>4)</sup>、Dowing ら<sup>9)</sup> 等がある。

### 3.1 モデルの方針

Bourdieu は人間の持つ資本を文化資本、経済資本、社会関係資本とした<sup>5)</sup>。更にこれらは相互に密接な関係があるという。

本研究ではそれを基してモデル化を行う。それぞれの資本には多様な捉え方があるが、本研究のモデルでは文化資本は親の学歴、経済資本は教育資金、社会関係資本は学生の学習環境と卒業後の収入として表現することとする。世代交代においてもこれらを引き継ぐ。

また、この人工社会に存在する学校は小学校、中学校、高等学校、四年制大学のみとする。専修学校や短期大学、大学院等は考慮しない。

### 3.2 学生のモデル

学生は学校の内外で学習をし、学力を高めることを目的としたエージェントとしてモデル化する。学校を卒業して進学しなければ学生ではなくなり、社会人となって所得が決定される。

学生エージェントは次のような更新式によりある科目  $i$  の学力を更新していく。ただし、式中の文字は Table

1の通りである．

$$\begin{aligned} achievement_i(t+1) = & \\ & talent_i \cdot fitness_i(class + subclass) \cdot \frac{1}{cost_i} \\ & + achievement_i(t) \end{aligned} \quad (1)$$

まず学習時間は学力と深い関係があることが知られている<sup>36)</sup>．そこでこの式では学校内外での学習時間に比例して学力が増加すると仮定している．また，学生本人の才能と学力の間に関係があると指摘されており<sup>20)</sup>，本人の学力と授業のレベルが学習効果に関係しているとも言われている<sup>31)42)</sup>．そこで才能と学校との適合度の相乗を学習の効率とし，学力の更新をする．

学習時間については，学校での学習時間は学習指導要領により決定されるので同学年では等しいものとする．学校外での学習時間は親の学習への理解や塾等の費用負担の可否によって変動が予想されるので，親の所得により決定されるものとする．親の所得と学校外での学習時間については松田の研究<sup>30)</sup>をもとに定める．しかし，現在は法改正により祖父母が孫に対して教育費を一定金額までなら非課税で負担できるようになった<sup>25)</sup>．そこで，*expense* は親の所得と祖父母の教育費負担の和として，次のような正規分布に従う乱数により学校外での学習時間を算出する．学習時間は変動しうるものと考え，毎年値を亢進するものとする．

$$subclass = \mathcal{N}\left(\frac{expense}{1000} + 0.5, 0.5\right) \quad (2)$$

一般に高所得の親が進学予備校や私立学校に子どもを通わせ，その結果として子どもの学力が上がるのが考えられる．このことを公立学校以上に学習時間が長い為に学力が高くなると捉える．モデルとしては *subclass* が増加すれば当然学力は上昇するので表現できているものとする．

所得が低くても通いやすいレベルの高い公立学校や国立学校の存在や個人の努力は確率分布により表現しているものとする．

また，1日に可能な学習時間には現実的に上限がある．そこで，上限値を *stime<sub>max</sub>* とすると次のようにする．

$$stime_{max} \geq class + subclass \quad (3)$$

親の所得や祖父母の所得は親から引き継ぐものとする．詳細は世代交代の項で記述する．労働者になっていない学生にとっては家族の所得が経済資本である．

Table 1 学力の更新式のパラメータ

パラメータ	意味
<i>achievement<sub>i</sub>(t)</i>	時刻 <i>t</i> での学力
<i>talent<sub>i</sub></i>	学生の才能
<i>fitness<sub>i</sub></i>	学生と学校の適合度
<i>class</i>	学校での学習時間
<i>subclass</i>	学校外での学習時間
<i>cost<sub>i</sub></i>	学ぶ為に必要なコスト

才能はIQと同様の正規分布から乱数を生成して，生涯において不変なものとする．生成する式は Wechsler によるもの<sup>18)</sup>と同様である．科目ごとに才能は異なり，それぞれ独立とする．なお，上限と下限を設定し，それを超えるものは上限と下限の値とする．

適合度は所属する学校とのレベルとの差の小ささから算出する．学校のレベルは所属学生の学力の平均により求める．よって平均の学力と等しい値の学力を有した学生の適合度が最大となる．また，平均から1標準偏差だけ離れた学生の適合度は最大値と最小値の中間の値となるようなシグモイド関数とする．この適合度は学校が平均的な学生に向けて授業をすることと，周囲に近いレベルのライバルのような学生がいた方が協力や競争が容易でより学習効率が向上すること<sup>8)</sup>を表している．これは所属する集団との関係によって構成される社会関係資本と見ることができる．

最後に学習コストとは経験曲線効果<sup>12)</sup>に関するパラメータである．経験曲線効果とはある生産物の総生産量が増加するに従って効率も向上していく効果のことである．この減少したコストの割合を習熟率というが，これに親の学歴が影響すると仮定する．親が勉強を教えられたり，家庭に蔵書が多い等の環境は親の学歴に影響され，この環境は子どもの学習に影響があるとされる<sup>5)23)</sup>．そこで文化資本を親の学歴により構成される環境とし，親の学歴が高いほど習熟率が高い，すなわち親の学歴が高ければ学習コストが小さいとする．この親の学歴の作用は大学別に決まり，中卒と高卒は同様とする．

### 3.3 学校の入学及び卒業

学校を学力毎に分けられるのは高等学校以降とする．なお，これ以後，特に断りがなければ学力は各科目の学力の合計値とする．

学生はまずランダムに小学校に振り分けられる．ここで規定年次を過ぎると卒業して中学校に入学するが，中学校は近隣の小学校の卒業生が入学すると仮定して，小学校によって決まるものとする．ただし，一定割合はランダムに進学させる．

中学校を卒業すると一定割合が高校に入学する．高校はランキングされており，中学校の卒業生は学力順に入学する高校が決まる．高校の無償化がなされている状況と仮定して，高校入学に関して所得制限は設けない．よって高校に入学できないのは学力下位層のみである．

高校を卒業すると一定の割合が大学に入学する．大学進学は高校と違って実質無償化がされておらず，多大なコストがかかる．そこで規定のコストを支払える中で学力順にランキングされ，上位の大学から振り分けていく．大学を卒業以後は進学先はなく，社会人になるとする．

各卒業タイミングで進学しないと社会人となり，所得を得る存在となる．留年や浪人は考慮しない．

### 3.4 社会人のモデル

本モデルでの社会人とは学校を卒業した元学生のことであり，0以上の所得を得ているエージェントとする．学校卒業後の学力及び一度決定した所得は不変とする．所得の分布は平成24年就業構造基本調査<sup>32)</sup>の人口・

就業に関する統計表を基にする。この統計は最終学歴に  
応じた所得の調査をまとめたものである。本モデルでは  
子育て世代の所得のみ考えることとするので、35～44  
歳と45～54歳の分布を合算した分布を用いる。

ただし、大卒以上では所属した大学によって所得が変  
化することが知られている<sup>33)39)</sup>。これは大学内で形成  
される交友関係や大学に対する評判といった社会関係資  
本によるものと考えられる。そこで大学によって所得の  
分布を変化させる必要がある。本研究では大学入試のレ  
ベルが高ければ卒業後の所得分布の平均も分散も大きい  
と仮定する。

### 3.5 学校のモデル

学校とは学生にとって教育の環境である。この環境に  
は教師や他の学生、教材といったものが含まれ、これら  
は学生の学力向上の効率に影響している。

学生のモデルでも述べたように、学校とは所属学生の  
平均に対して最も効率的な教育を行うシステムである。

また、入学試験については学生のモデルで述べたよう  
に、学校側はランキングされており、上位から振り分け  
られた学生を自動的に受け入れるようにする。

本モデルでは私立学校のようにコストが高い学校を明  
示的には存在していない。しかし先述したように、公立  
高校よりも多い学習時間という観点で表現する。

### 3.6 世代交代のモデル

本研究の世代交代は親の所得が決定される過程のこと  
とする。ここでは、子どもを誕生させる際に出産の年齢  
分布から親の年代を決定し、その年齢に該当する社会人  
の中からランダムに親が決定される。親から引き継ぐの  
は親自身の収入と学歴、親の親の収入(すなわち祖父母  
の収入)で、才能は子が独自に持つものとする。

出産の年齢分布は人口動態統計<sup>24)</sup>から作成する。当  
該調査では母の年齢分布は5歳刻みになっているのでこ  
の刻みの間は同様の値としている。また、便宜上出産は  
22歳以上とし、親の年齢が22歳未満と与えられた場合  
には全て22歳とする。統計では10代で出産するものも  
存在するが、本人の学歴や所得等の状況が不明で、特に  
若年では本人以外の所得で生活している可能性が高い。  
よって、22歳未満の親は想定しない。

更に、本モデルでは同等の階層間での婚姻、すなわち  
同類婚を想定する。日本では特に学歴における同類婚が  
過半数を超えている<sup>22)</sup>。

### 3.7 政策の表現方式

本研究で検討する政策の方向性としては、政府の教育  
支出の負担に関するものである。日本はOECD内でも  
高等教育に家庭の負担が特に大きい<sup>7)</sup>が、仮に国とし  
て教育投資を行った方が国際競争力の向上や税収の増加  
の可能性があるので、国庫と家計のバランスに関する  
政策をシミュレーションし、その結果を分析する。

#### 3.7.1 学校教育の割合

親の所得が上昇すれば予備校や家庭教師へのコストが  
捻出しやすくなる為、学習時間は容易に増加する。しか  
しながら、1日で学習できる時間には上限がある。つま

り、学校での学習時間を増加させれば、教育資金におけ  
る不平等を是正できるはずである。

そこで、学校での学習時間について検討する。教育に  
おけるコストの多くは人件費であり、学校内の授業時間  
を変えることでコストの調整は可能なはずである。この  
分析は教育政策の効率性において検討すべきである。

提案したモデルの中では学校での学習時間と1日の最  
大の学習時間が設定されている。これを操作することによ  
りこの政策を表現する。

#### 3.7.2 大学進学のコストの負担

大学の進学には大きなコストがかかる。大学の7割以  
上が私立学校であるが、私立大学の自宅外学生のコスト  
は初年度で年額約300万円である。その為、東京都内の  
私立大学学生の平均世帯所得は900万円近い<sup>34)</sup>。これ  
を超えるのは児童のいる世帯の3割未満である。私立大  
学が大幅に増加し、大学全入時代とは言っても、全ての  
人がそのコストを払えるわけではない。しかし、諸外国  
では生活費を含めて国が保証している場合もある。

この大学進学に関するコストをどこまで政府が負担を  
するのかを分析する。学力差が大学進学を通じて所得差  
につながる本モデルの構造上重要であり、社会的にも  
労働者に高度化が求められている時代では重要な政策で  
ある。

学生のモデルでも説明したように、大学進学は学力が  
高くても教育資金がなければ不可能である。この制限を  
特定の大学のみ取り除く。これをトップ大学に行えば、  
実質的に成績優秀者の経済援助をしていることになる。

#### 3.7.3 祖父母の援助

学生のモデル及び世代交代のモデルにおいて説明した  
ように、祖父母が孫に与える影響は大きい。特に本モデ  
ルでは教育資金の一端を担う存在である。

現実的にも教育資金優遇の税制改正から孫への学資保  
険等にも人気が出ており、間接的な富の移転として教育  
資金の存在感が増している。ここでも政策を考える。

モデル上は孫に対してどこまで教育投資が可能である  
かを政策とする。ただし、政策的な上限値の範囲内で所  
得から1000万円を減じた金額を最大とする。自分の生  
活を顧みない教育援助はないとして、祖父母の所得が  
1000万円以下だった場合には祖父母の経済援助はない。

#### 3.7.4 政策の対象

政策においては誰をターゲットに行うかが重要で  
ある。教育では底上げを狙って学力下位層向けの政策を  
行うことや、逆に学力上位層を優遇してエリート教育を  
すると考えたことが考えられる。

今回は学力は高いものの、親や祖父母の収入が低く、  
進学のコストの支払いが困難な学生を対象とする。現実  
的には経済的な理由により就学が困難な成績優秀者に対  
して奨学金や学費免除のような経済援助をする政策であ  
る。これを上位大学の所得制限撤廃により表現する。

## 4 教育と社会階層の関係を分析するエージェント・シミュレーション

教育と社会階層に関する人工社会を構築し、実験を行った。パラメータ設定、実験結果、考察を述べる。

### 4.1 パラメータ設定

ここではシミュレーションのパラメータ設定について述べる。各パラメータについて5試行ずつ実験を行う。

#### 4.1.1 定数の設定

シミュレーション中で定数となるパラメータで実データの存在するパラメータについては現実の約1/100としてTable 2のように設定する。学校数等は平成23年度学校基本調査<sup>38)</sup>を用いて作成している。1学年の人口は小学校の在学数を6で割った商で概算している。

ただし、大学進学のコストを高く設定すると、低所得者世帯の学生は進学できないのでこの進学率の値を割る場合がある。その場合、学生が0人の大学も存在する。

学校あたりの人数は人数を学校数で割った商で与える。剰余分は中学校以下ではランダムに学校を割り振り、高校以降では最低ランクの学校に入学させる。

所得の分布は社会人のモデルの通り、中学校と高校は統計<sup>32)</sup>を用いる。大学については大学毎にFig. 1のように定めた。なお、以後所得に関する単位は万円とする。平均と分散が大きい程高レベルの大学である。実データとの差はFig. 2のようで約15%ある。

出産年齢の分布は人口動態調査のデータをそのまま用いる。ただし、モデルの項でも述べたように、22歳未満で出産する者は存在せず、刻み幅の間は同様の値とす

Table 2 定数の設定

項目	実データ	パラメータ
1学年の人口	1,127,436	10000
小学校数	21,460	220
中学校数	10,699	108
高校数	5,022	50
大学数	783	8
高校進学率	0.98	0.98
大学進学率	0.5	0.5
学習する科目数		5

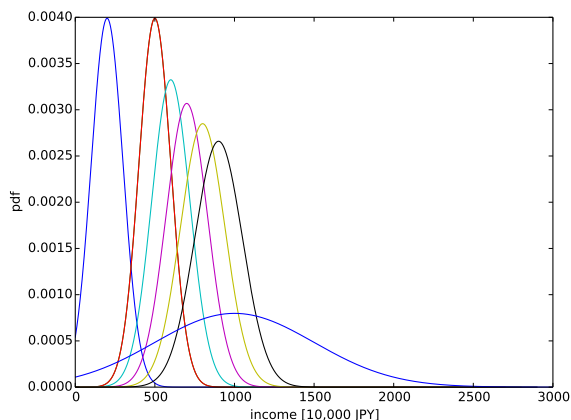


Fig. 1 大学卒業後の所得分布

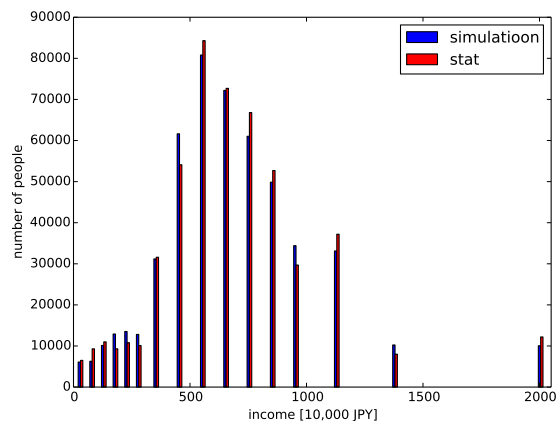


Fig. 2 作った分布と実際のデータの差

る。更にこのデータでは50歳以上の出産者が存在する為、1ステップ目に小学校に入学した者が50歳になった時、すなわち44ステップ目から世代交代を開始する。

習熟率は高卒以下の親であれば90%、大卒では大学のランク毎に1%ずつ減じていく。よって、親の学歴がトップ大学の学生の習熟率は大学が8校あるので82%となる。

#### 4.1.2 変数の設定

本研究の政策としては、学校での学習時間、大学進学のコスト、祖父母の教育資金に対する介入について検討する。そしてそれぞれについて、学力優秀者に対しては経済援助を行う。

よって、ここで変数とするのはこれらを表現するパラメータである。これをTable 3のように定めた。学校での学習時間については1時間毎、大学入学の所得制限は100万円毎、祖父母の援助の上限は500万円毎で実験を行う。優秀者に対する経済援助は大学入学の所得制限を撤廃することで表現する。

### 4.2 シミュレーションの流れ

シミュレーションの流れはFig. 3のようである。図中のエージェントの処理とはエージェントの学習と学校のレベルの設定、エージェントの進級卒業入学の処理、社会人となったエージェントの所得の決定のことである。

エージェント側の流れとしては小学校入学後、6年経過したら中学校へ進学する。中学校で3年になったら卒業し、高校進学率に基づいて進学者を決定、選抜者は高校へ進学する。高校でも3年経過したら卒業し、大学進学率に基づき進学者数を決定し、一部の者が大学に入学する。4年で大学は卒業して社会人となり、所得が決定

Table 3 変数の設定

項目	値
学習時間の最大	10[h]
学校での学習時間 $t_{school}$	$6 \leq t_{school} \leq 10$
大学入学の所得制限 $l$	$0 \leq l \leq 1000$
祖父母の教育資金の上限 $lg$	$lg \leq 2000$
所得制限を求めない大学	上位1校または上位2校

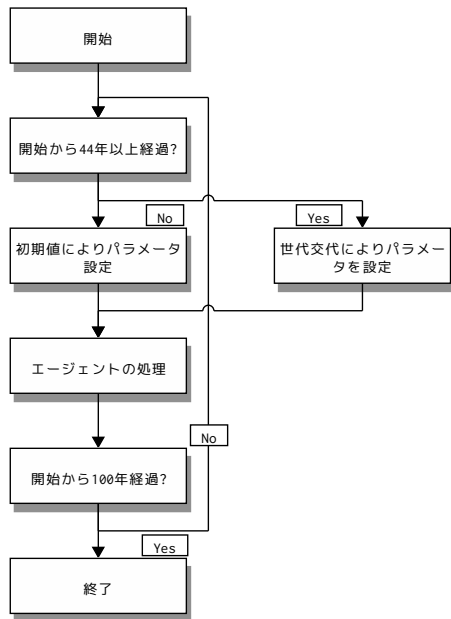


Fig. 3 シミュレーションの流れ

される。各進学機会に進学しなかったエージェントはすぐに社会人なり所得が決定される。

### 4.3 結果

ここではシミュレーションの結果を述べる。学力及び才能は科目毎の100ステップ目での合計値である。また、特に明記しない限りグラフの横軸は大学進学に必要な最低教育資金、各折れ線は学校での授業時間とする。

#### 4.3.1 祖父母の経済援助がなく成績優秀者への支援がない場合

子に影響する家庭環境が親の学歴と所得のみならば、学習時間も経済的な大学進学の可否も親の所得に依存する。大卒になれば中卒や高卒より高い所得が得やすい為、所得にも親の影響が強く現れると考えられる。

100ステップ目で高校を卒業したばかりの第88期目の学力の平均を縦軸に、大学進学における親の所得制限を横軸に、学校での授業時間を折れ線毎に示したのが Fig. 4 である。

この時、授業時間によって学力が変化している。ただし、大学進学に大きいコストがかかると平均の学力は低下する。親世代において大学のコストが高い為に大学進学率が下がり、平均所得も下がり、教育資金が減少した結果と思われる。500万円が境になるのは初期値の親の平均所得が500万円程度の為だと考えられる。

次に所得移転に注目する。100ステップ目で大学を卒業したばかりの世代である第84期目の平均所得は Fig. 5 の通りである。大学の所得制限を厳しくすると所得の平均が低下する。しかしピークが600万円前後になっている。これは最低ランクの大学に進学すると高卒者よりも低い所得となる者が出てくる為と思われる。ここで学校での授業時間が影響しないのは進学先の大学が決定した段階で所得分布が決定するからである。

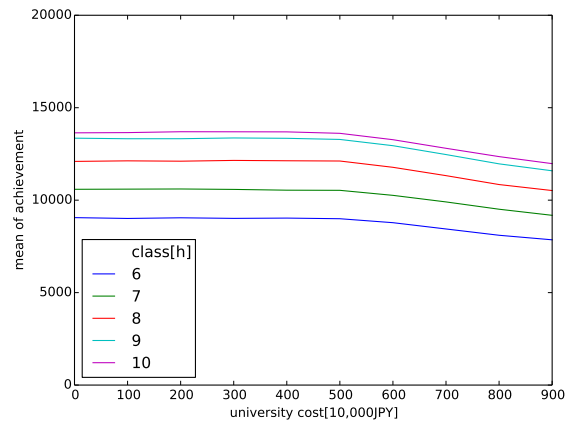


Fig. 4 祖父母の援助なしトップ大学無償化なしの社会での学力の平均

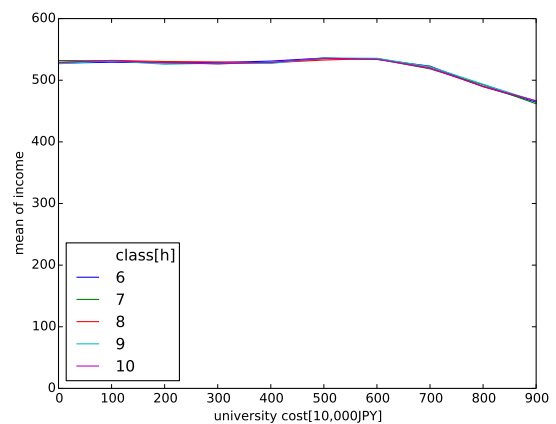


Fig. 5 祖父母の援助なしトップ大学無償化なしの社会での年収の平均

親が年収1000万円超で子ども年収が1000万円だった者の人数の平均をプロットしたものが Fig. 6 である。大学の進学コストが大きい社会になると、高所得者の間では親子の所得移転が進むことがわかる。これは大学に進学すると高所得の可能性が高まるからである。

文化資本の階層化を見る為に親子の学歴の相関係数を

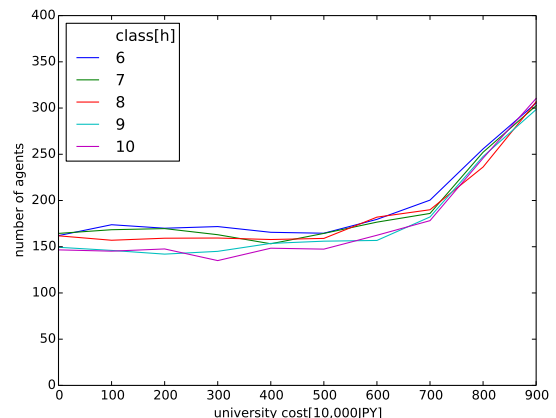


Fig. 6 祖父母の援助もトップ大学無償化もない社会での親子ともに年収1000万円超の人数

見る．1に近いほど親子で学歴が同一となる為，この値は文化資本の階層化を示す度合いと言える．第84期目で親子の学歴の相関係数が Fig. 7 である．大学のコストが増加すると相関も小さくなっている．この社会では大学のコストが高いと上位大学しか人が集まらず，上位大学は所得分散が大きい．これによりかえって所得が不安定になり，教育資金の少ない親が増加したと思われる．

#### 4.3.2 祖父母の経済援助がなく成績優秀者への支援がある場合

成績優秀者への経済援助は，しない場合に比べて，大学進学率を高め，その結果所得も向上し，社会全体で学力や所得が増えていく効果があることが予想される．

軸は Fig. 4 と同様で第88期目の学力の平均が Fig. 8 である．僅かな差ではあるが，学力の平均が高所得制限の状況になっても減っていない．これはこの世代の親の世代が低所得であってもトップ大学に入学し，高収入を得て，社会全体での教育資金が増えた為と思われる．

所得という観点で見ると，Fig. 9 が所得の平均である．こちらも学力と同様に経済援助により大学進学が可能になり，その結果所得も上昇したと考えられる．

Fig. 6 と同様に親子ともに所得1000万円の人数は Fig. 10 の通りである．高所得者における所得移転が

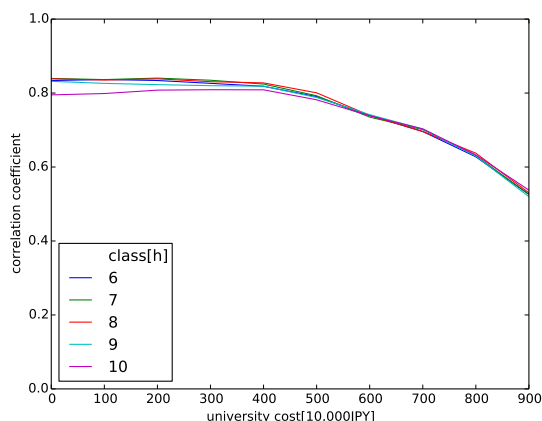


Fig. 7 祖父母の援助なしトップ大学無償化なしの社会での親子の学歴の相関係数

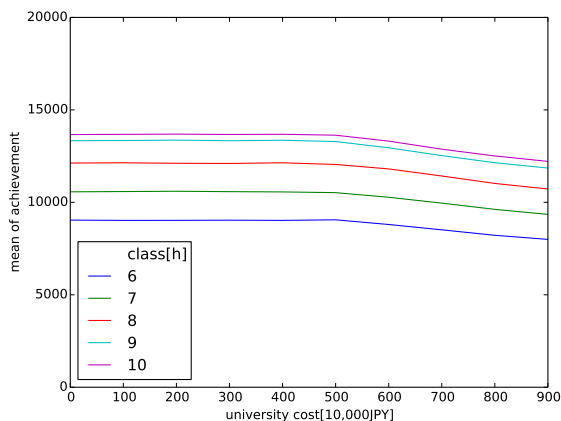


Fig. 8 祖父母の援助なしトップ大学無償化ありの社会での学力の平均

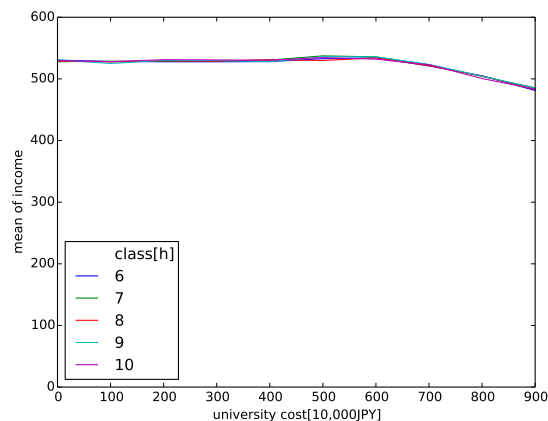


Fig. 9 祖父母の援助なしトップ大学無償化ありの社会での年収の平均

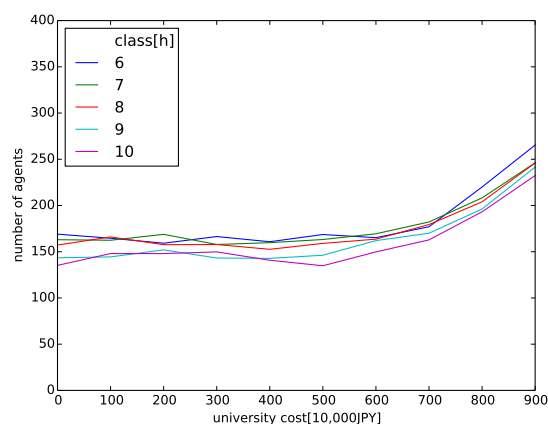


Fig. 10 祖父母の援助なしトップ大学無償化ありの社会での親子ともに年収1000万円超の人数

減っている．これは低所得者世帯であってもトップ大学に進学できるようになった為と思われる．

それでも，経済援助を受けられるのはトップの大学に進学できる者に限られる．この社会の平均所得は約500万円なので，それよりも大学のコストが大きいと親子の所得移転は進む．しかし経済援助の対象を広げればより所得移転は抑制できるはずである．上位2校に広げたものが Fig. 11 である．より大学に入りやすくなり，所得移転がより減少している．

第86期での学歴の相関は Fig. 12 の通りである．優秀者への援助がない場合に比べて，大学進学のコストが高い状況での相関が大きくなっている．これは優秀者への経済援助により高学歴低収入世帯の子も大学進学が可能になった為と思われる．文化資本は成績優秀者を生みやすい状況にあると，優秀者への経済援助はかえって文化資本の階層化を発生させるものとなる．

#### 4.3.3 祖父母の経済援助があり成績優秀者への支援がない場合

祖父母の影響を入れると，所得階層の復活現象が起きる可能性がある．ある代で所得が低くなったとしても，祖父母の援助により孫の教育費がまかなえる為，学力とそれに連なる所得が増加する機会が生まれる．逆に，祖

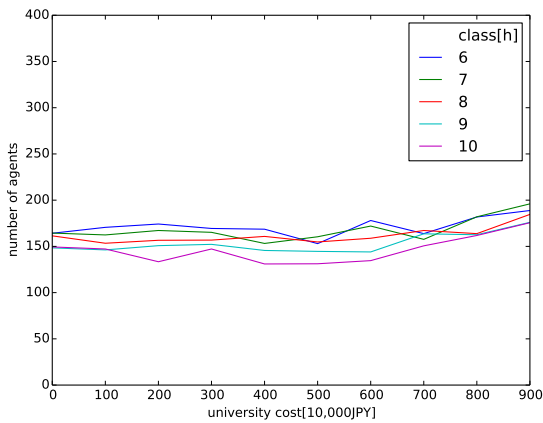


Fig. 11 祖父母の援助なし上位2大学無償化ありの社会での親子ともに年収1000万円超の人数

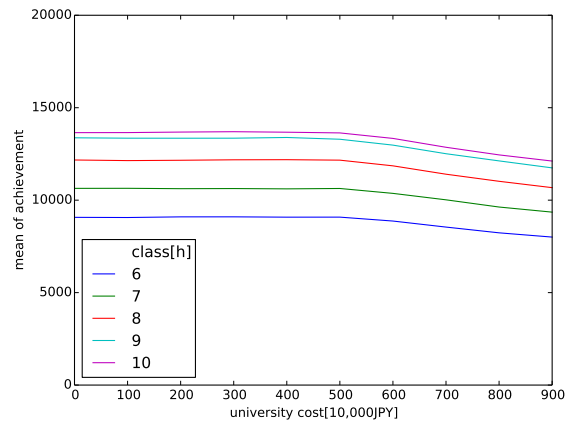


Fig. 13 祖父母の援助ありトップ大学無償化なしの社会での学力の平均

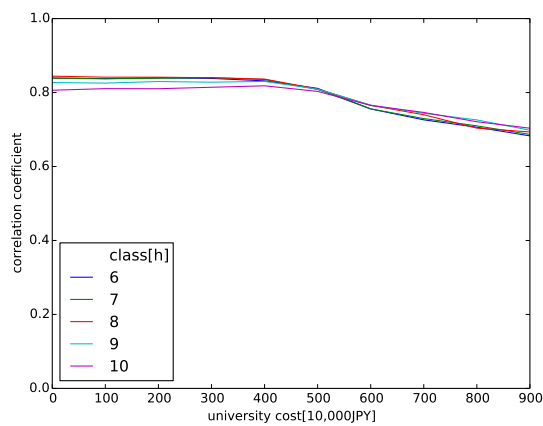


Fig. 12 祖父母の援助なしトップ大学無償化あり社会での親子の学歴の相関係数

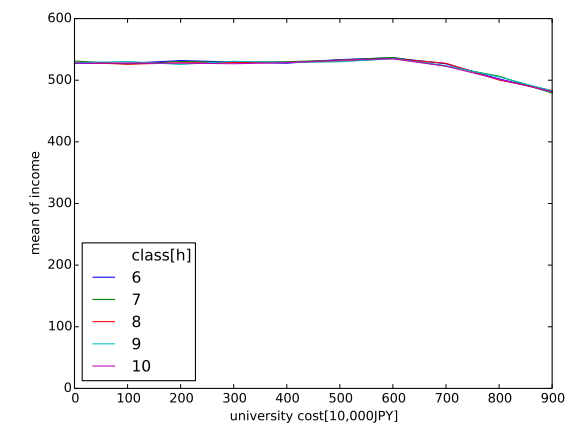


Fig. 14 祖父母の援助ありトップ大学無償化なしの社会での所得の平均

父母の所得が低い学生にとっては受験は枠が決まっている競争なので相対的に不利になる。

この社会でも第88期の学力を見てみる。今回は祖父母の教育費負担を1000万円まで可能とした。この時の学力の平均はFig. 13のようである。これまでと同様に、学習時間が大きな影響を与えているが、大学のコストが高い場合には援助がない場合に比べて平均が高い。これは祖父母が教育資金の援助により孫の学習時間が増加したからだと思う。

第84期の年収の平均はFig. 14のようになった。所得制限が大きいと年収が低下するが、Fig. 5に比べると低下は小さい。これは祖父母の援助により親の所得が小さくても大学に進学しやすくなった結果と思われる。

高所得者の所得移転の様子はFig. 15のようである。大学のコストが小さい状況では授業時間によってばらつきがあり、大きい状況では全体的に所得移転が減少した。これは大学のコストが小さく授業時間が短いと祖父母の支援により学習時間が増えて所得移転が進み、大学のコストが大きいと祖父母の援助で進学のコストをまかなえるようになる世帯が生まれる為に起きたと考えられる。

祖父母から孫への所得移転を見る為に第84期で祖父母も孫も年収が1000万円以上の人数の平均を見た。祖

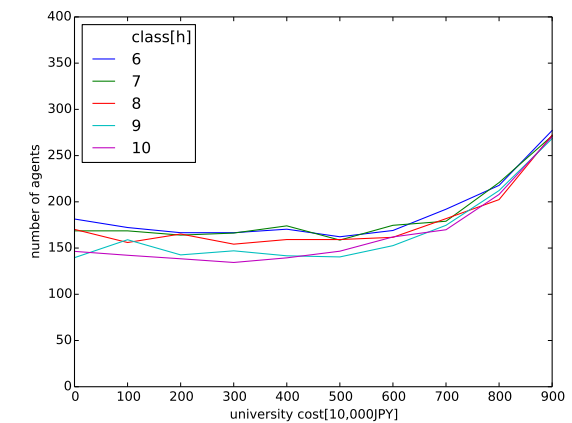


Fig. 15 祖父母の援助ありトップ大学無償化なしの社会での親子ともに年収1000万円超の人数

父母の援助がない場合がFig. 16、援助を1000万円まで認める場合がFig. 17である。祖父母の援助を認めると祖父母から孫への所得移転が増加する。しかし、授業時間を長くすると学習時間への祖父母の影響が小さくなるので所得移転は減る。

ここでも88期目の親子の学歴の相関を見たのがFig.



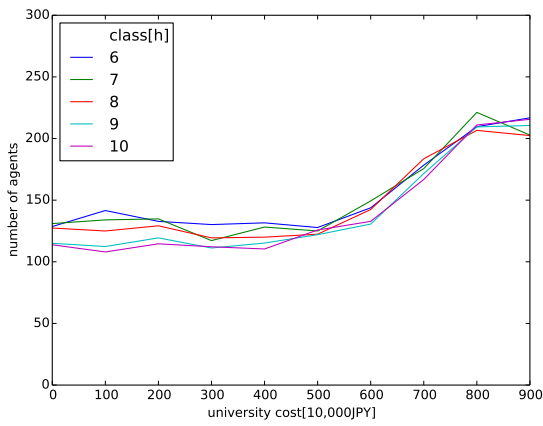


Fig. 16 祖父母の援助なしトップ大学無償化なしの社会で祖父母孫ともに年収 1000 万円超の人数

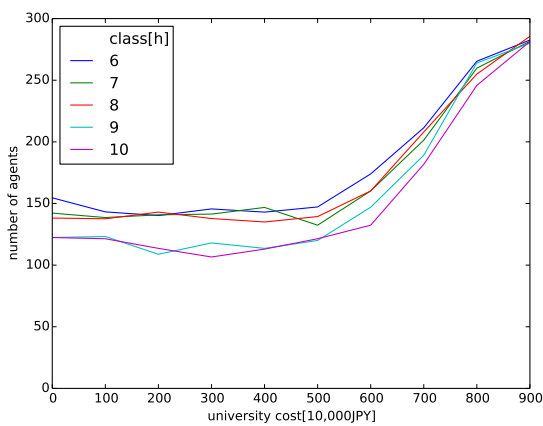


Fig. 17 祖父母の援助ありトップ大学無償化なしの社会で祖父母孫ともに年収 1000 万円超の人数

18 である。祖父母の援助を認めると、進学コストが大きくなってても相関係数の減少は抑えられている。モデルの設計上、高学歴低所得の親は高所得、低学歴高所得の親は低所得となりやすい。その上で祖父母が直接的に教育資金に関与するので世代をまたいだ経済資本の移転から文化資本が階層化が発生したと思われる。

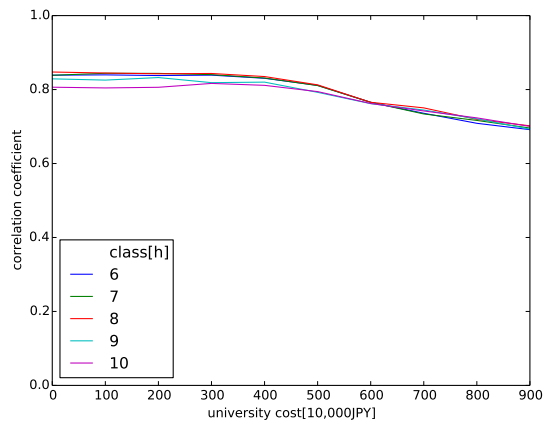


Fig. 18 祖父母の援助ありトップ大学無償化なしの社会での親子の学歴の相関係数

#### 4.3.4 祖父母の経済援助があり成績優秀者への支援がある場合

成績優秀者への援助があったとしても、それはあくまでトップ大学に進学可能な学力のある学生のみである。祖父母の援助がある場合、祖父母孫間の所得移転で低所得者層の逆転は減少する可能性がある。

Fig. 19 は第 88 期の学力の平均である。援助がない場合に比べると大学のコストが大きい社会での学力平均の低減がやや小さくなっている。

第 84 世代で年収の平均は Fig. 20 のようで、大学のコストが上昇しても年収の平均はあまり落ちていかない。

親子の所得移転を見る為に親子でともに収入が 1000 万円を超える人数を見たのが Fig. 21 である。大学のコストが上昇しても所得移転はあまり増えない。これは優秀であればトップ大学に行けるとともに、それよりやや劣るが優秀な学生が祖父母の援助で大学に進学できる為と考えられる。だがこれは、親の所得が低くなった場合でも、高所得の祖父母がいればまた高い所得が得られるという経済資本の階層化となっている。祖父母から孫への所得移転が、親を経由する経路と孫への直接の 2 経路存在している。

高所得者の祖父母と孫での所得移転を見たのが Fig.

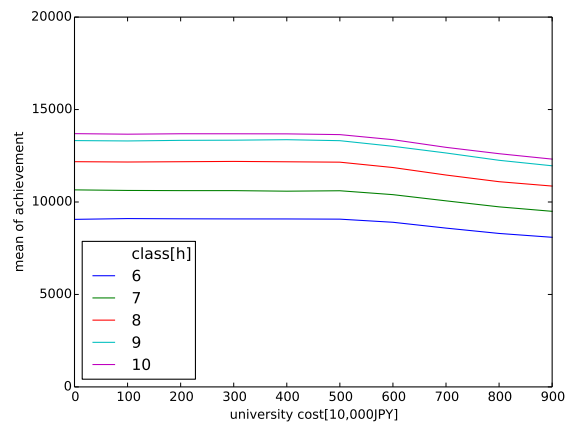


Fig. 19 祖父母の援助ありトップ大学無償化ありの社会での学力の平均

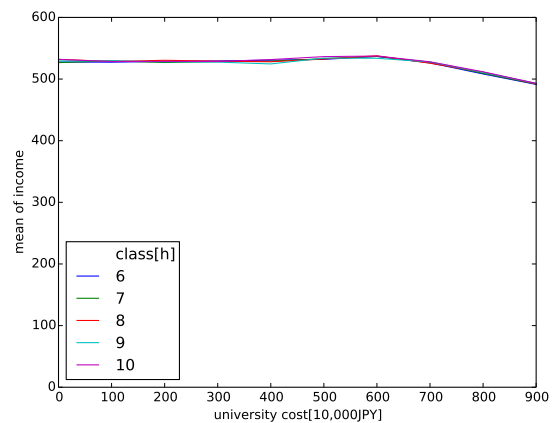


Fig. 20 祖父母の援助ありトップ大学無償化ありの社会での年収の平均

22 と Fig. 23 であり，それぞれ祖父母の援助を認めない場合と 1000 万円まで認める場合である．祖父母の経済援助が可能になると所得移転が起こりやすくなっている．しかし，ここでも授業時間の増加は祖父母からの所得移転を抑止する効果があるようである．

学歴の移転を見たのが Fig. 24 である．大学に行き

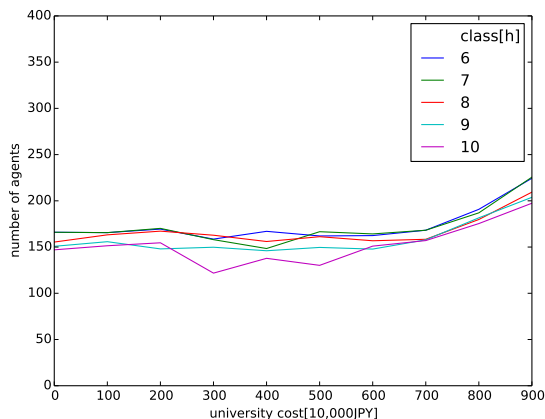


Fig. 21 祖父母の援助ありトップ大学無償化ありの社会での親子で収入が 1000 万円を超える人数

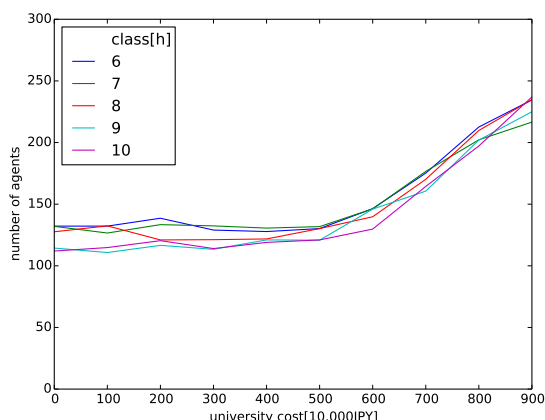


Fig. 22 祖父母の援助ありトップ大学無償化ありの社会で祖父母孫ともに年収 1000 万円超の人数

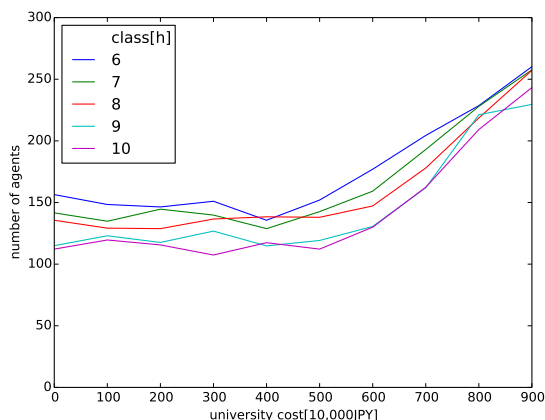


Fig. 23 祖父母の援助ありトップ大学無償化ありの社会で祖父母孫ともに年収 1000 万円超の人数

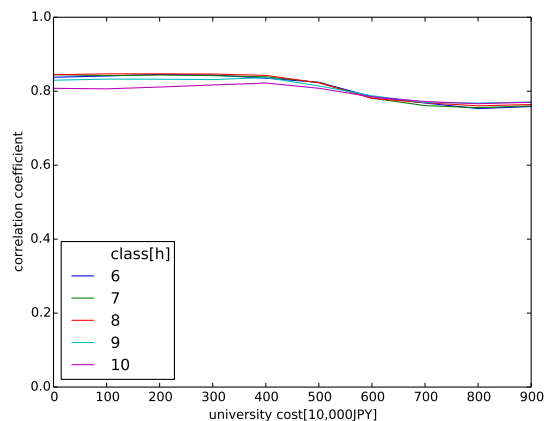


Fig. 24 祖父母の援助ありトップ大学無償化ありの社会での親子の学歴の相関係数

やすくなった為に学歴階層の安定化が起きてしまっている．

#### 4.4 考察

##### 4.4.1 優秀な学生に対する経済援助

提案したモデルにおいては大学の進学コストが大きい場合，社会全体の学力や所得が低下する可能性が示唆された．祖父母の経済援助があるにせよないにせよ，上位の大学へ低所得者が可能になる機会を提供することは世代交代における階層の固定化を防ぐ政策と言える．

この人工社会には 8 校の大学が存在する．その中でトップの 1 校のみで優秀者への経済援助の政策を実施しただけでも所得移転が減少した．これはトップ大学を卒業して得られる所得の平均が全ての大学の中で最も高いことに起因する．更に，上位の 2 校において優秀者への経済援助を行うと所得移転がかなり減少する．世代交代によって循環するシステムとなっているので全ての人々が大学に行くような政策を取る必要性は必ずしもない．

一方で，こうした政策を行わず大学進学のコストが上昇すると，階層の固定化が進み，社会全体の学力も所得も低下していく．低所得者層が大学進学をして高い所得を得ることが不可能になる．低所得者の親の下に生まれるとそこから逆転できない．一方，高所得者の親の下に生まれると大学受験の競争も減って高所得を得られる大学へ入学できてしまう．氏より育ちの社会と言える．

現実の世界で考えてみると，日本は私立大学が多いとは言え，それでも約 25% は国公立の大学で，在学者の割合としても 2 割以上である<sup>38)</sup>．その中にはレベルの高い大学が多く，私立大学に比べると学費が安い傾向にある．提案したモデルではトップの 1 大学，割合としてはたった 1/8 の大学での実施でも大きな効果があった．よって，比較的小さなコストで進学可能な国立大学は国民全体の所得に対して正の影響を与えている可能性がある．

しかしながら，全ての学生が国立大学に行けるわけではない上に，私立大学の学費は概ね増加傾向にある<sup>35)</sup>．しかも大学への進学のコストは学費だけではない．遠方の大学への進学は居住等の大きなコストがかか

る。その結果として地元志向が高まっているという報道もある<sup>14)</sup>。学費免除だけでなく、生活費の充当も必要と考えられる。そこで、一部の医科大学のように<sup>28)</sup> 実質的に生活費を含めた大学の無償化をトップ校で行えば社会全体として学力や所得の向上が実現できる可能性がある。

#### 4.4.2 祖父母の教育費援助

モデルで説明したように、法改正により祖父母の孫に対する経済援助が一定金額以下なら非課税となった。モデルでは祖父母の所得から一定金額を減じたものを定めた金額以内で親の所得と合わせて教育資金とした。

このような設定でシミュレーションを行った所、高所得者層の祖父母から孫への所得移転が見られた。孫への教育資金の援助は、学習時間を増加させる効果と、大学進学機会を増やす効果の2つの効果がある。

この要素は家系で考えた時に保険であると言える。親を通じての間接的な所得移転だけは不安定である。仮にトップの大学にいったとしても、必ずしも高い所得を得られるとは限らない。しかし、祖父母から孫への教育費支援を加えて、2つの経路を介して所得移転を行えることになれば、階層化はより強固なものとなる。

しかし、これは同時に低所得者の固定化にもつながっている。ただでさえ学習機会が少ない低所得者は学力の増進が困難でそもそも受験に勝ちにくい。祖父母の経済援助の容認はこれを祖父母の代から累積してしまうことになる。大学の入学人数は決まっているので差は広がってしまう。

特に成績優秀者の優遇政策を取ったとしても、モデルで進学は学力順に決まるので低所得で成績優秀者の枠は経済援助を認めない場合に比べて少なくなる。ただ、これは方針としてどこまで容認するかというオプションとも言える。シミュレーションの結果から考えると、そもそもトップの大学の資金面での進学障壁を全くなくせば、所得移転の効果は格段に小さくなるからである。

#### 4.4.3 学校での授業数

提案したモデルでは学校での授業時間は重要だが、特に所得の期待値が決定される大学への進学は親と祖父母による教育資金の大小によって決定されてしまう。大学進学以外に効率よく高所得を得られる方法はない。

しかし、底上げは重要である。現実的には全ての大学生に経済援助をするのは不可能である。所得階層の固定化を阻止するという観点に立てば、授業時間の増加は相対的には親の影響を低減に効果があるようである。ただしこれは学力さえあれば大学進学が可能な場合のみである。その為政策が本研究では授業数の増加であった。

だが先述した通り、教育予算の多くは人件費に割かれている。授業時間の増大は多大なコスト増を生む可能性が高い。そこで、先進諸国と比べて多いとは言えない教育予算の増加とともに効率的な教育システムの実現が求められる。

#### 4.4.4 世代交代と人的資本

本研究で提案したモデルは Bourdieu の人的資本を基にしたものである。世代交代の中で、親や祖父母の所得

を経済資本、親の学歴を文化資本、学校での学習環境や学校卒業後の所得を社会関係資本として捉えてモデル化した。関連研究でも述べたように、これらの要素はそれぞれ密接に関係している。それ故、それぞれが相互に関係しうるモデルとなっている。

シミュレーションの結果、大学のコストが高い状態では高額所得者の子どもも高額所得者になりやすいという経済資本の階層化が見られた。更に、祖父母の経済的支援を認めることは祖父母から孫への階層化のパスであることが分かった。

また、優秀者への経済援助をすると、かえって文化資本の階層化の発生が示唆された。文化資本は国としての操作が難しい。しかし、経済支援のみをするだけでは世代交代の中で階層が生まれてしまう可能性があるのである。

本モデルでは学歴と所得しか家庭の影響はないが、家庭の雰囲気や児童の学習意欲と関係があるとされている<sup>21)</sup>。また、社会関係資本を地域単位<sup>16)</sup>で考えて、地域性の考慮すべき可能性がある。このようにより詳細なモデルを構築する場合には人的資本から再検討すべきである。

## 5 まとめと展望

本研究では構築した人工社会は学生が成長し、社会人になり、親になるという一連の流れを Bourdieu の人的資本を基にモデル化した。その上で公的な施策を社会に対して作用させ、施策の効果を分析した。

その結果として、高い所得の見込める大学進学は社会的に重要な要素であることが明らかになった。そして、トップの大学に入学できる程度の学力がある学生への経済的な支援は社会全体の学力や所得の上昇につながるものであるという知見を得た。

また、祖父母から孫への経済援助は所得階層の固定化につながりうる政策であることが分かった。しかし、優秀者への経済援助を行えばこれは低減できる。

更に、提案したモデルにおいて学校での授業時間は低所得者層の底上げに重要な意味を持つことが分かった。低所得者層に対して大学進学時に支援をしても、そもそも学力が低ければその俎上に乗らないのである。

これらのように教育の平等性に大きく寄与すると思われる優秀者への経済支援には、学歴階層の安定化という効果も認められた。高学歴低所得の親を持つ子どもが経済支援によって大学に行けるようにもなるからである。

先行研究でも述べたように家庭が子どもに与える影響は大きく、所得や学歴だけとは限らない。しかし、それらをより詳細に記述できれば、モデルとしてよりミクロな政策の検討も可能となるはずである。

扱う社会をより広く、世界のモデルとすることも可能である。優秀な人材の排出は国際競争力に直接つながる重要な問題であるので有用性も高いと考えられる。こちらはより上位の将来的な経済方針のようなレベルの政策評価において効果を発揮すると考えられる。

## 参考文献

- 1) Atsuko Arai and Takao Terano. Yutori is considered harmful: Agent-based analysis for education policy in

- japan. In *Gaming, Simulations, and Society*, 129/136. Springer, 2005.
- 2) Roland Benabou. Tax and education policy in a heterogeneous-agent economy: What levels of redistribution maximize growth and efficiency? *Econometrica*, Vol. 70, No. 2, 481/517, 2002.
  - 3) Thomas Berger. Agent-based spatial models applied to agriculture: a simulation tool for technology diffusion, resource use changes and policy analysis. *Agricultural economics*, Vol. 25, No. 2-3, 245/260, 2001.
  - 4) Paul-Marie Boulanger and Thierry Bréchet. Models for policy-making in sustainable development: The state of the art and perspectives for research. *Ecological economics*, Vol. 55, No. 3, 337/350, 2005.
  - 5) Pierre Bourdieu. *Distinction: A social critique of the judgement of taste*. Harvard University Press, 1984.
  - 6) Pierre Bourdieu and Jean-Claude Passeron. *Reproduction in education, society and culture*, Vol. 4. Sage, 1990.
  - 7) OECD Tokyo Centre. 図表でみる教育 2013 年版, 2013.
  - 8) Morton Deutsch. An experimental study of the effects of co-operation and competition upon group process. *Human relations*, 1949.
  - 9) Thomas E Downing, Scott Moss, and Claudia Pahl-Wostl. Understanding climate policy using participatory agent-based social simulation. In *Multi-Agent-Based Simulation*, 198/213. Springer, 2001.
  - 10) Gerhard Glomm and Balasubrahmanian Ravikumar. Public versus private investment in human capital: endogenous growth and income inequality. *Journal of Political Economy*, 818/834, 1992.
  - 11) James J Heckman. Skill formation and the economics of investing in disadvantaged children. *Science*, Vol. 312, No. 5782, 1900/1902, 2006.
  - 12) Bruce D Henderson. The application and misapplication of the experience curve. *Journal of Business Strategy*, Vol. 4, No. 3, 3/9, 1984.
  - 13) Jacob Mincer. Investment in human capital and personal income distribution. *The Journal of Political Economy*, Vol. 66, No. 4, 281/302, 1958.
  - 14) MSN 産経ニュース. 【センター試験 2014】根強い地元志向 最後の“ゆとり世代”で安全志向も, 2014. <http://sankei.jp.msn.com/life/news/140118/edc14011820570011-n1.htm>.
  - 15) OECD Skills Outlook. First results from the survey of adult skills. *Verfügbar unter: <http://skills.oecd.org/skillsoutlook.html> (Abruf 23.10. 213)*, 2013.
  - 16) Robert D Putnam. The beliefs of politicians: ideology, conflict, and democracy in Britain and Italy. 1973.
  - 17) Michael Spence. Job market signaling. *The quarterly journal of Economics*, Vol. 87, No. 3, 355/374, 1973.
  - 18) David Wechsler. Wechsler intelligence scale for children/fourth edition (wisc-iv). *San Antonio, TX: The Psychological Corporation*, 2003.
  - 19) Elizabeth Word, John Johnston, Helen Pate Bain, BD Fulton, Jayne Boyd Zaharias, Charles M Achilles, Martha Nannette Lintz, John Folger, and Carolyn Breda. The state of Tennessee's student/teacher achievement ratio (star) project: Final summary report 1985-1990. *Nashville: Tennessee State Department of Education*, 1990.
  - 20) Kaoru Yamamoto. Threshold of intelligence in academic achievement of highly creative students. *The Journal of Experimental Education*, Vol. 32, No. 4, 401/405, 1964.
  - 21) 蟹江教子. 家族・家庭生活についての児童・生徒の回答と保護者の回答. 牧野カツコ, 耳塚寛明 (編), 2003 年基礎年次報告書 (児童・生徒質問紙調査, 保護者質問紙調査), 青少年から成人期への以降についての追跡的研究, JELS 第 7 集, 79/85. 2006.
  - 22) 岩澤美帆. 結婚. 林幹雄 (編), 平成 17 年度「少子化社会に関する国際意識調査」報告書, 第 3 部第 2 章, 73/99. 2006.
  - 23) 近藤博之. 社会空間アプローチによる階層と教育の分析. 米澤聡純 (編), 教育達成の構造, 2005 年 SSM 調査シリーズ, 第 5 巻, 141/160. 2008.
  - 24) 厚生労働省. 平成 24 年 (2012) 人口動態統計 (確定数) の概況, 2013.
  - 25) 国税庁. 祖父母などから教育資金の一括贈与を受けた場合の贈与税の非課税精度のあらまし, 2013.
  - 26) 寺崎里水. C エリアにおける階層構造と教育行動. 耳塚寛明, 牧野カツコ (編), C エリア基礎年次調査報告, 青少年から成人期への以降についての追跡的研究, JELS 第 8 集, 第 11 章, 75/92. 2006.
  - 27) 耳塚寛明. 学力と家庭の背景—保護者調査を用いた小 6 算数学力の分析. 青少年から成人期への以降についての追跡的研究, JELS 第 10 集, 第 1 章, 1/16. a, 2007.
  - 28) 自治医科大学. 修学資金. <http://www.jichi.ac.jp/exam/medicine/campus/backup.html>.
  - 29) 松浦司. 階層・学歴・学力が所得にあたえる影響について. *経済論叢*, Vol. 178, No. 3, 302/321, 2006.
  - 30) 松田茂樹. 親が勉強を教えている-子どもの学力格差を生む親の意欲格差-. *LIFE DESIGN REPORT*, Vol. 2007.9-10, 28/35, 2007.
  - 31) 川田博美, 森屋裕治, 西尾尚子, 小山幸治, 田口継治. 習熟度別クラス編成による効果的な情報教育への取り組み. 名古屋女子大学紀要, Vol. 51, , 2005.
  - 32) 総務省. 平成 24 年就業構造基本調査, 2013.
  - 33) 大谷剛, 中嶋哲夫. 学歴・学校歴・学部歴と異動・等級の関係-A 社人事マイクロパネルデータを利用した分析-. OSIPP ディスカッションペーパー, Vol. DP-2005-J-001(Feb), 1/22, 2005.
  - 34) 東京私大教連. 私立大学新入生の家計負担調査 2012 年度, 2013.
  - 35) 文部科学省. 国立大学と私立大学の授業料等の推移, 2006. [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/kokuritu/005/gijiroku/06052921/005/002.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/kokuritu/005/gijiroku/06052921/005/002.htm).
  - 36) 文部科学省. 平成 19・20 年度全国学力・学習状況調査追加分析報告書, 2009.
  - 37) 文部科学省. 平成 21 年度 文部科学白書, 2009.
  - 38) 文部科学省. 平成 23 年度学校基本調査 (確定値) の公表について, 2012.
  - 39) 野呂沙織, 大竹文雄. 年齢間労働代替性と学歴間賃金格差 (特集「2007 年問題」を検証する). *日本労働研究雑誌*, Vol. 48, No. 5, 51/66, 2006.
  - 40) 矢野雄大, 山田隆志, 吉川厚, 寺野隆雄. エージェント・ベース・シミュレーションを用いた教員への資源配分による施策効果分析. 第 3 回社会システム部会研究会 資料, Vol. 3, 43/50, 2013.
  - 41) 矢野真和. 教育社会の設計. 東京大学出版会, 2001.
  - 42) 鈴木克明. 大学における教育方法の改善・開発. *日本教育工学会論文誌*, Vol. 36, No. 3, 171/179, 2012.