

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 8 月 28 日現在

機関番号：16401  
研究種目：若手研究(B)  
研究期間：2015～2017  
課題番号：15K17050  
研究課題名(和文) 研究開発促進のための総合的な政策の在り方

研究課題名(英文) Optimal Public Support for R&D

## 研究代表者

新井 泰弘 (Arai, Yasuhiro)

高知大学・教育研究部人文社会科学系人文社会科学部門・講師

研究者番号：20611213

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、研究開発資金調達を考慮し研究開発を促進するための総合政策を考察することを目的としている。特に、研究開発者と資金提供者の間の、研究開発費に関する情報に着目し、本当に資金が必要な研究開発者に対して適切に公的な資金を供給するための仕組みとして、研究者に資金の一部を拠出させるマッチングファンドの効果について考察した。マッチングファンドを適切にデザインすることで、研究開発費用が低い研究者は公的研究費に応募せずに自己資金で研究をするように仕向けることが可能である。本研究ではマッチングファンドの効果を示し、それが有効に機能するための条件を整理した。

研究成果の概要(英文)：We studies how the combination of subsidies and commitment to self-funding affects R&D and its efficiency. We develop a simple model where a funding body requires a credit-constrained recipient with private information to commit to a minimum amount of self-funding for the project. We derive the optimal subsidization policy, which depends crucially on the cost of funds for both the funding body and the recipients, as well as the positive externalities of projects and potential social loss from diversion.

We find that i) requiring self-funding commitment may be desirable only if the funding body's financing cost is lower than that of the recipient and ii) self-funding commitment is efficiency enhancing if the recipient's cost of funding and social loss from diversion are high, and the positive externalities from the project are not too high.

研究分野：産業組織論

キーワード：研究開発 イノベーション マッチングファンド 補助金

### 1. 研究開始当初の背景

社会的に有用な研究を促進するための方法として、経済学領域では特許権をはじめとする知的財産権制度が主に分析されてきた。これらの研究では基本的に企業利潤を十分に確保することを通じて開発のインセンティブを与えることを考えていたが「どのように資金を調達するか」に関する考察が十分になされていない。そのため、例えば基礎研究のように、企業利潤は期待できないが社会的には重要な研究の促進に関しては、知的財産権だけでは十分でなく政府の公的補助についても考える必要がある。

例えば、医療分野において「企業利潤が低い、社会的に重要なイノベーション」を促進するためには非倫理的な実験等による負の外部性の発生を抑制すること、研究資金を確保すること、集まった研究資金を効率的に配分することの3点が重要になると考えられる。本研究では、 に影響を与える法規制の効果と、 に影響を与える公的研究費制度の効果について理論モデルを用いて分析し、法規制と公的研究費制度の相互関係を考慮した上で社会的に望ましい総合的科学技术政策について考察を行う。

### 2. 研究の目的

本研究では、法規制と公的研究補助金制度の効果を把握し、理論モデルを構築する事で研究開発者や投資家、審査者の行動に対してどのような影響を与えるか、また、社会厚生がどのように変化するかについて理論的な結果を導き出すことを目的としている。

### 3. 研究の方法

現実の法制度や公的研究費制度に関する基礎的な調査(既存文献の確認・インタビューによる現実の問題の確認等)を行った後、基礎モデルを構築した。理論モデルを用いて各制度の効果と制度間の関係性を整理した後、ワークショップや学会等で報告を行い、フィードバックを得た。研究協力者である河村耕平氏とは共同研究の形を取りながら研究を行った。

### 4. 研究成果

まず公的研究費制度に関する研究を行った。以下では本科研費を用いて行われた研究の概要について記載する。

研究開発水準を考える場合、各企業の最適な研究開発支出額は、社会的に最適な研究開発支出額よりも小さくなると予想される。原因は大きく分けて2つ考えることが出来る。

第一に、研究開発から生み出されるイノベーションは正の外部性を有している点が挙げられる。社会厚生上の観点からは、こうした外部性の効果を読み込んだ研究開発水準を想定するが、各企業はこの外部性の効果を考慮していないからである。

第二に、各研究開発主体の資金調達可能性

がある。仮に外部性が存在していなかったとしても、研究開発主体が十分な資金を有していない場合、研究開発水準が過小になる可能性がある。

以上のような問題を解決する上で、公的研究開発補助は重要だと考えられる。研究費の効率的な配分を考えた場合、効果が高いと考えられるのは「補助金がなければ実行されなかった研究開発プロジェクト」に対する補助金の付与である。しかし、研究開発者と公的研究費の審査者の間に存在する情報の非対称性から、真に補助金を必要とする研究開発プロジェクトを探り出すのは非常に難しい。

勿論、こうした問題を解決するために有識者による審査や、モニタリングを考えることはできる。しかし、複数の学問領域に関する知見や、研究を推進していく上で必要になる経費に関する知識を有する人材を育成するのに費用がかかるのに加え、利益相反取引を防止するためにも高額な報酬を用意する必要性がある。また、モニタリングを行うにも同様に費用がかかってしまう。

こうした問題を回避するため、公的研究開発費の申請者によるセルフセレクションを利用し、「本当に補助金を必要としている」プロジェクトをスクリーニングする手法を考えてみたい。こうしたスクリーニング手法を考察することは、限られた資金を効率的に研究プロジェクトに配分する上でも重要であるし、上述したような公的研究費の運用費用を節約する上でも社会的に意義があると考えられる。

こうした手法の先行研究として Scotchmer (2004)が挙げられる。彼女は、研究開発に係る費用に関して情報の非対称性が存在し、資金提供者がこうした情報を有しない場合、マッチングファンド、と呼ばれる手法を用いることで問題を回避できると提案している。

マッチングファンドは、補助金を申請するにあたり、申請者に対して一定の金額の支払いを事前にコミットさせる手法を指す。例えば、研究開発者が500万円を支出し、政府が500万円をそれにマッチさせることで合わせて1,000万円の資金を研究開発に費やすことができる。仮に研究開発者が200万円ですの研究を実施できる場合、500万円の支払をコミットさせられるマッチングファンドを利用するインセンティブがないため、適切なコミット金額を設定することで、研究開発費が本当に必要な研究開発者をスクリーンできるように思える。

しかし、Scotchmer (2004)では、そもそも精緻なモデル分析は行われておらず、マッチングファンドを用いることのデメリットに関する記載がない。そこで本研究では Scotchmer (2004)のアイデアを出発点にし、理論モデルを構築したうえでマッチングファンドが有効に機能するための条件や、マッチングファンドが私的な研究開発インセンティブにどのような影響を与えるかについて分析を行った。

#### 4-2. モデル分析

簡単化のため、プレイヤーは研究開発者と資金提供者の2者を想定する。ゲームのタイミングは以下の通りである。

Stage 1:

資金提供者が研究開発者の資金負担額を $(\beta, R)$ という二つの変数で決定する。

Stage 2:

研究開発者が研究開発費用 $c \in (0, 1)$ を知った上で、自己資金で研究開発を行う、 $R + \beta G$ 支払うことにコミットし、 $(1 - \beta)G$ を資金提供者に請求する。

研究しない、  
のいずれかを選択する。

Stage 3:

研究開発者が  $c$  を選んだ場合、資金提供者が研究開発者に対して $(1 - \beta)G$ 支払う

研究開発者の利得 $\pi$ は Stage 2 における選択に依存する。

自己資金で研究を行った場合

$$\pi = 1/2 - (1 + \rho)c$$

$R + \beta G$ 支払うことにコミットし、 $(1 - \beta)G$ を資金提供者に請求する場合、 $c$ が小さいなら

$$\pi = 1/2 - (1 + \rho)(\beta G + R) + (1 - \mu)(R + G - c)$$

研究をしなかった場合

$$\pi = 0$$

本稿では研究から得られる成果は  $1/2$  で一定で共有知識であるものとする。また、 $\rho$ を研究開発者の資金調達費用とする。大学のように資金を調達する時の機会費用が高い研究開発機関はこの変数が大きいものと解釈できる。

のように、補助金制度を利用した場合、研究開発者はコミット金額に資金調達費用を加えた $(1 + \rho)(\beta G + R)$ の支払をする必要がある。しかし、自身のコミット金額と受け取った補助金額の和である $R + G$ が実際の研究開発費用を超える場合、余剰金が生まれることになる。本稿では、研究開発主体が余剰金から効用を得ることが出来るものと仮定し、研究開発主体の余剰金使用により発生する社会的な無駄を $\mu$ という変数で表す。

資金提供者の利得 $S$ は以下の通りである。

自己資金で研究を行った場合

$$S = \alpha/2 + \pi$$

$R + \beta G$ 支払うことにコミットし、 $(1 - \beta)G$ を資金提供者に請求する場合、 $c$ が小さいなら

$$S = \alpha/2 + \pi - (1 + \gamma)(1 - \beta)G$$

研究をしなかった場合

$$S = 0$$

研究開発から得られたイノベーションがもたらす正の外部性を $\alpha$ という変数で表現する。研究開発者が研究費を要求した場合、資金提供者は $(1 - \beta)G$ を支払う必要がある。資金提供者の資金調達費用は $\gamma$ で表現される。

以上を踏まえた上で、研究開発者の選択について分析を行う。最初の補題として以下が得られる。

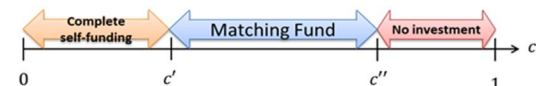
**補題 1:**

$\beta < (1 - \mu)/(1 + \rho)$ の場合、研究開発者は $G = 1$ を要求する。 $\beta \geq (1 - \mu)/(1 + \rho)$ の場合は $G = \min\{c - R, 0\}$ を要求する。

本補題の直観は明らかである。研究開発者の資金負担割合 $\beta$ が小さい場合、研究開発者は上限一杯の金額を要求し、余剰分を私的に流用することで効用を最大化できる。ところが、負担割合が大きい場合、資金調達費用の存在から上限金額を請求することが好ましいとは言えない。この場合、固定支払額 $R$ と真の費用 $c$ の差分である、本当に必要な金額を請求することになる。そのため、資金調達は適切な $\beta$ を設定することで、研究開発者の真の費用に関する情報を的確に抜き出すことができる。以後の分析では、 $\beta \geq (1 - \mu)/(1 + \rho)$ の領域に限定して議論を行う。研究開発者の真の費用と、行動の間の関係性を表したのが以下の命題である。

**命題 1:**

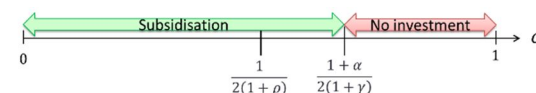
$\beta > 0, R > 0$ の状況を想定した場合、 $c$ を所与とした時の研究開発者の選択は最大で二つの閾値 $c' < c''$ によって与えられる。



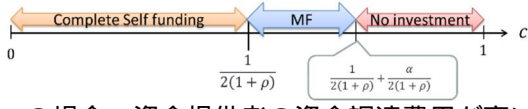
上の図は閾値が二つ存在する場合の研究開発者の行動を示している。直観としては明らかで、仮に研究開発費が高すぎる場合は、投資を行わないし、非常に開発費が低い場合は自分で研究開発を行うはずである。本稿で考察しているマッチングファンドのような形式をとった補助金制度を利用するのは研究開発費が中間のあたりにある層だというのが分かる。

それを踏まえた上で、資金提供者の行動について考えてみる。まずベンチマークとして対称情報下のファーストベストを考える。本モデルの設定ではファーストベストは2種類になる。

まず、研究開発者の資金調達費用が資金提供者よりも高い場合( $\rho > \gamma$ )、研究開発費の大きさに応じた最適制度は以下の図の通り。



研究開発費用がそれほど高くない場合に関しては、 $\rho$ を節約するため、資金提供者は研究開発費を肩代わりするのが好ましい。また、 $\rho \leq \gamma$ の場合の最適制度は以下の図の通りである。



この場合、資金提供者の資金調達費用が高いため、可能な限り補助金制度を利用しないことが望ましい。そのため、自己資金で対応できる範囲においては自己資金で研究を行わせ、不足している領域では不足金額を補充するのが最適となる。以上を踏まえた上で、資金提供者にとっての最適制度 $(\beta, R)$ を以下の補題で示す。

**補題 2:**

$c$ が一様分布であると仮定した場合、資金提供者の期待利潤を最大化する $(\beta^*, R^*)$ は次のように求められる。

$$\beta^* = (1 - \mu)/(1 + \rho)$$

$$R^* = (\mu + \gamma - \alpha + \alpha\mu)/2(1 + \rho)(\mu + \gamma)$$

また、上補題から得られる最適制度に対して各変数がどのような影響を与えるかに関しては以下の命題によって与えられる。

**命題 2:**

資金提供者が最適補助制度を採用している場合、各戦略変数における比較静学は以下のように与えられる。

$$\partial\beta^*/\partial\mu < 0, \partial\beta^*/\partial\rho < 0$$

$$\partial R^*/\partial\mu > 0, \partial R^*/\partial\rho < 0,$$

$$\partial R^*/\partial\gamma \geq 0, \partial R^*/\partial\alpha \leq 0$$

本命題の直観は以下の通りである。余剰資金の社会的損失率 $\mu$ が大きい場合、研究開発者が余剰資金目当てで補助金制度に申請するインセンティブが減少する。そのため、研究開発者に高い負担割合を課さなくても、必要な金額を申請させることができる。また、研究開発者の資金調達費用 $\rho$ が大きい場合、負担割合を増加させて余分な資金調達費用をかけることは社会的に望ましくない。

固定金額分 $R$ に関しても同様に解釈することができる。社会的損失率 $\mu$ が大きいほど、研究者の利用を阻害するように固定金額を高くするほうが好ましいし、研究開発者の資金調達費用が高いほど、開発者の支払額を減らすために $R$ を低くするインセンティブが生まれる。逆に資金提供者の資金調達費用が高い場合、支払を減らすために研究開発者の負担額を増やすインセンティブがある。 $\alpha$ が大きい程、社会的に好ましい研究のため $R$ を引き下げて公的研究費を使いやすくする方が望ましい。

この命題 2 から、いくつかの政策的な知見を得ることが出来る。例えば、大学をはじめとする公的研究機関に対し、純粋な形の補助金 $(R$ や $\beta$ がほぼゼロ)が利用されるのは、基礎研究などのように、その研究から得られる外部性 $\alpha$ が高く、大学の資金調達費用や機会費用 $\rho$ が高いからだと解釈できる。

また、現在実際に利用されているマッ

チングファンドの多くが、申請者と資金調達者が半ずつ資金を支出しあう $(R = 0, \beta = 0.5)$ 形になっているが、研究開発者や資金提供者の調達費用やプロジェクトの外部性を考慮した負担割合にすることで、より適切なスクリーニング効果が得られると考えられる。

次に、マッチングファンドを利用した場合、何も公的な補助を行わない時に比べて、どの程度資金提供者の期待利潤が増加するかについて分析を行う。これは、どのような時にマッチングファンドが最も効果的に作用するかを考える上でも重要な分析となる。公的研究費を行わなかった場合の資金提供者の期待利潤を基準とした、マッチングファンド利用時の期待利潤増分を $EWG$ とすると、以下の補題が得られる。

**補題 3:**

資金提供者がマッチングファンドを利用した場合の期待利潤増分 $EWG$ の比較静学は以下の性質を満たす。

$$\partial EWG/\partial\rho \geq 0, \partial EWG/\partial\gamma \leq 0$$

$$\partial EWG/\partial\alpha \geq 0,$$

$$\partial EWG/\partial\mu \geq 0 \Leftrightarrow \gamma \geq \rho$$

$\rho$ が大きい場合、そもそも公的研究費を与えないと、研究開発者が研究を行わない可能性が高い。そのため、資金提供者の期待利潤の増分が大きくなる。また、 $\gamma$ が大きい場合、それほど多くの資金を提供することができないため、マッチングファンドの効果は小さい。外部性 $\alpha$ が大きい程、資金を提供されて実現された研究の効果が大きくなるため、 $EWG$ は増加する。余剰資金の社会的損失率 $\mu$ が $EWG$ に与える影響に関しては、 $\gamma$ と $\rho$ の大小関係に依存する。例えば、 $\gamma$ の方が大きい場合、資金調達者はマッチングファンドを通じて、必要な研究者に資金を提供する形式をとることで支払金額を節約することが重要になる。この場合、 $\mu$ が大きければマッチングファンドによるスクリーニングが上手く働くため、 $EWG$ は増加する。

最後に、マッチングファンドシステムと公的研究費による私的研究費のクラウドアウト効果について確認をする。前述したように、公的研究費の正当性については、私的な研究開発水準と社会的に望ましい研究開発水準の乖離を埋める点にあると言える。

ところが、実際に公的研究費が付与された場合、研究開発者はその公的研究費を先に利用して、自己の研究開発費を節約するインセンティブを持つ。そのため、公的研究費に関する既存研究の多くは、公的研究費が私的研究費をクラウドアウトするか否かを実証的に確かめようとするものが大半を占めている。数式で表現するなら、

$$\text{研究費が付与された時の私的研究開発費}$$

$$\text{研究費が付与されない時の私的研究開発費}$$

$$\text{補助金額}$$

の符号が正ならばクラウドイン、負ならばクラウドアウトが発生していると言える。

更には、上述した議論を前提とすると、公的研究開発水準と私的研究開発水準の乖離を埋めるための研究費制度においてクラウドアウトが発生することは社会的に好ましくない状態だと考えられ、既存研究でも案にそのように仮定されている。そこでマッチングファンドに関する分析を行う上で、私的研究費をクラウドアウトするか否かを考察することは既存研究との関連性を見る上でも重要である。

このセッティングにおいては、クラウドアウトが即座に社会的に好ましいとは言えないことを示唆することができる。例えば、本モデルの研究開発者の資金調達費用が資金提供者よりも高い場合( $\rho > \gamma$ )のファーストベストに注目する。この場合、研究開発費用が低い領域では、資金提供者が研究開発者の資金調達費用を節約するために研究費を肩代わりしている。すると、明らかに研究開発者の私的支出額はゼロに減少しており、クラウドアウトが発生している。仮にクラウドアウトが発生したとしてもファーストベストが達成されている原因は明らかで、資金調達費用を考慮しているためである。これは既存の実証研究で暗に仮定されていたクラウドアウトの社会的な意義について、再考を促す上でも重要な結論である。

本研究で得られた知見は以下の通りである。第一に、真に研究費を必要としている研究者に対してのみ公的な研究費を支給するための効果的な方法としてのマッチングファンドについて分析を行った点が挙げられる。既存研究では、研究開発者の特性や資金提供者の特性にあわせて、どのようにマッチングファンドを設計するべきかに関する議論が行われていなかった。本研究は命題2や補題3から、どのようなケースにおいてマッチングファンドが有効に機能し、その場合の負担割合をどのように設計するか分析を行ったことで、より政策設計上の提言が可能になったと考えられる。

第二に、既存の補助金実証研究で暗に仮定されていたクラウドイン、もしくはクラウドアウトの社会的な効果について再考を促している点が挙げられる。特に公的研究開発補助金に焦点を当てた場合、研究開発者や資金提供者の資金調達費用や機会費用は無視することが出来ない要素である。これを考慮に入れた場合、単純にクラウドアウトが社会的に望ましくない、と言い切ることはいえない。これは今後の実証研究の方向性についても大きな影響を与える結果であると言える。

当初は、公的研究費制度だけでなく、法的制度に関する研究も行う予定だったが、研究会や学会でのコメントや議論をもとにして研究を進めて行くうちに、マッチングファンドの

分析から得られる知見や、その設計方法から得られる実証研究への知見が想像以上に大きくなってしまったため、こちらの研究が主たるものとなった。法的制度のデザインに関しては、今後の課題としていきたい。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計1件)

Arai (2018) "Intellectual Property Right Protection in the Software Market", *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 27 ,pp 1-13. (査読有)

[学会発表](計5件)

1.Arai "Subsidies and Self-funding". Pan Pacific Conference in Economic Research (Hawaii Tokai International College) 2018/03/27

2. 新井 泰弘 "Subsidies and Self-funding". 法と経済学会 2017 年度全国大会(東洋大学) 2017/07/08

3.Arai "Subsidies and Self-funding". Asia-Pacific Industrial Organisation Conference (University of Melbourne) 2016/12/13

4.Arai "Subsidies and Self-funding". Asia Pacific Innovation Conference (九州大学) 2016 11/20

5. 関西学院大学産業組織論ワークショップ (関西学院大学) 2016/03/24

[産業財産権](計0件)

[その他]

ホームページ等

<http://www.geocities.jp/aryasuhiro/>

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

新井 泰弘 (Arai Yasuhiro)

高知大学

教育研究部人文社会科学系

人文社会科学部門

講師

研究者番号：20611213

### (2)研究分担者

### (3)連携研究者

### (4)研究協力者

河村 耕平 (Kawamura Kohei)