

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成30年6月7日現在

機関番号：27301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K03446

研究課題名(和文) 途上国における稲作栽培技術の普及メカニズム：経済実験のパネルデータ分析

研究課題名(英文) Technological Diffusion of Rice Farming Sector in Developing Countries

研究代表者

中村 和敏 (Nakamura, Kazutoshi)

長崎県立大学・地域創造学部・准教授

研究者番号：40304084

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、新しい栽培技術の導入が急速に進むインドネシアの稲作農業を事例として、農家の技術選択行動に影響を与えた要因を分析し、途上国における技術普及メカニズムの解明を試みた。特に、技術選択の判断に重要な役割を果たすと考えられるリスク回避度等に注目して、実験データをパネル化することにより、分析を行った。

本研究の分析結果によれば、農家のリスク回避度に、時間を通じた安定性は観察されなかった。これは農家の手元資金の潤沢さによって、リスク選好が影響を受けている可能性を示唆している。

研究成果の概要(英文)： In this study, we analyze the factors affecting rice farmer's technology adoption behaviors in Indonesia. We focused on the risk preference, which plays an important role when farmers select production technology. In order to examine this hypothesis, we conducted economic experiments twice for the same farmers to create panel data.

According to the result of our study, risk preferences of farmers are not stable intertemporally. It suggests that availability of cash affects farmer's risk preferences.

研究分野：開発経済学

キーワード：リスク回避度 経済実験 インドネシア

## 1. 研究開始当初の背景

途上国において、農業部門は生産・雇用・外貨獲得などの面で重要な役割を果たしており、農業生産性の向上は、その国の経済発展に大きく貢献すると考えられている。農業生産性の持続的な向上には、新しい技術の導入・普及が不可欠であるが、それには農家の投資行動や技術選択行動を踏まえた政策の実施が必要となってくる。

これまでの研究では、資産規模や教育水準に注目する形で、農家の技術選択行動を理解しようとする試みが行われてきた。しかし、多くの研究では、データの制約を背景として、「リスク回避度」、「不確実性回避度(Ellsberg [1961])」、「時間選好」、「信頼」、「社会性」などといった農家経営に影響を与える「農家の企業家能力」という側面については、十分な検討がなされてこなかった。

投資や新しい技術の採用の判断には、農家の不確定要素に対する姿勢が、大きな影響を与えと考えられる。フランク・ナイトは、不確定な事象を、生起確率が予測できる「リスク」と、確率事象ではない「不確実性」とに峻別したが(Night [1921])、本研究に関連する分野において、リスク回避度と不確実性回避度を同時的かつ詳細に検証した研究は、ほぼ皆無に等しい。また、近年、行動経済学などの分野で注目されている時間選好については、最新の手法に基づいて、途上国の計測例を提示した研究は見当たらない。

従来の研究では、リスク回避度をはじめとする実験データから得られた変数は、暗黙のうちに外生変数として扱われてきた。しかし、調査地でのヒアリングからは、不確定要素に対する農家の姿勢は、家計状態や情報量の影響を受けている様子がうかがえ、リスク回避度の外生性という先験的な仮定を再検証する意義は大きいと考えられる。なぜなら、リスク回避度が農家固有の外生的なものであれば政策介入の余地はないが、内生変数であれば、新しい技術の普及のために、効果的な政策の実施が可能になることを意味しているからである。また、経済実験は、調査コスト(労力・時間・資金)が高く標本が小さくなりがちという短所がある一方で、Actual Payment(実際の支払い)を伴っているため、低コストだが仮想的な質疑応答であるアンケートよりも、情報の信頼性が高いと見なされることが多い。しかし、これは一つの仮説に過ぎないため、本来は事実に基づく客観的な検証が必要であるが、未だに説得力のある証拠を提示した研究は無い。

インドネシア政府は、近年、SRI(System of Rice Intensification: 稲集約栽培法)と PTT(Pengelolaan Tanaman Terpadu(インドネシア語):総合的作物管理)という2種類の新しい稲作栽培技術の導入を図ってきた。これらは、従来技術と比較して極めて単収が高い(従来技術の4~5トン/haに対し、SRI・PTTは条件次第で7~13トン/ha)という点で共通しているが、要素投入比率は大きく異なっている。SRIの方は、高度な水管理・除草・害虫駆除といった点で労働集約的な側面がある。日本でも一部の農家が採

用しているSRIは、「稲作革命」とも称されており、その画期的な性質(節水・少施肥・低農薬で多収量)に、多くの研究が注目している。しかし、インドネシアにおいてSRIは普及しておらず、一度SRIを採用した農家でさえ、それを継続的に採用し続けることは稀である。一方、PTTの方は、選抜された12の栽培方法が組み合わせられた技術体系で、トラクター利用による深耕・新品種の種籾・農薬や肥料の投入といった点で資本(資金)集約的な性格を有している。しかも、その資本集約的な性質にも関わらず、導入以来全国規模で急速に普及が進んでいる(現在調査地では約8割の農家がPTTを採用)。ところが、こうした新技術の普及率に差異が生じている要因についての考察は、いまだ手付かずのままの状態にある。

## 2. 研究の目的

本研究の第一の課題は、最新の手法を用いたリスク回避度・不確実性回避度・時間選好の計測とその分析である。近年、行動経済学・実験経済学に基づくアプローチが注目される中、上記変数の計測方法が確立されつつあるが(Tanaka et al. [2010], Andreoni and Sprenger [2012a, b], Binmore et al. [2012])、実証研究は端緒についたばかりで、途上国はもとより、先進国における計測例も極めて限られている。また、上記変数を同時に計測・考察した研究がないために未解明な部分も多く、インドネシアの事例を提示する本研究の意義は、大いにあると考えられる。

第二の課題は、先行研究が暗黙に想定している「実験データの外生性」の検証である。これまでの研究では、経済実験で得られたデータが外生変数という前提の下で、分析がなされてきた。リスク回避度を例にとると、近年の実証研究に大きなインパクトを与えたTanaka et al. [2010]をはじめとして、先行研究は時間を通じて家計のリスク回避度が一定であると想定している。しかし、利益を得た投資家ほど高リスクの投資をする傾向があるように、農家のリスク回避度も、家計収支の状況(たとえば一時的な収入など)の影響を受けると考える方が自然である。実際、農家の投資行動において、現金収入のタイミングが重要な意味をもつことが知られているが(Banerjee and Duflo [2011])、そのメカニズムは十分に解明されていない。

行動経済学の「心理会計」という概念では、一時所得(あぶく銭)の限界消費性向が高くなるという消費行動が想定されている。これと同様に、一時所得はリスク回避度、ひいては技術選択行動にも影響を与えると予想される。つまり、一時的にでも手元資金に余裕がある場合はリスク回避度が低下し、余裕がない場合はリスク回避度が高まる可能性がある。また、調査予定地では、稲の収穫前は手元資金が不足し、収穫後は手元資金に余裕があるという傾向も確認されている。そこで、現金収入のタイミングやその他要因が投資や技術選択に与える影響を考慮するため、稲の収穫期の前後に分けて経済実験とアン

ケート調査を実施し、農家属性を多方向から検討することにより、リスク回避度に影響を与える要因の解明を試みる。さらに、クロスセクション回帰の際に常に問題となる内生性バイアスを回避するため、本研究では、経済実験とアンケート調査をそれぞれ複数回実施した結果をもとに、パネルデータ分析を行う。

第三の課題は、経済実験とアンケート調査という2つのアプローチの比較検討である。これは、実験経済学が広まる中、避けては通れない課題であろう。晝間・筒井[2005]では、経済実験とアンケート調査のクロスセクションデータが比較されているが、極めて単純化した議論の下で、変数間の相関関係を考察するにとどまっている。そこで、本研究では、パネルデータを用いながら、2つの調査手法の長所・短所を検討し、実験経済学の方法論とその有効性について考えてみたい。

第四の課題は、以上の3つの課題の成果を踏まえた上で、リスク回避度・不確実性回避度・時間選好といった変数だけでなく、農家の様々な企業家能力を組み込んだ実証モデルを構築し、技術選択行動のメカニズムを統計的分析によって明らかにすることである。

上記4つの課題に取り組むことにより、(1)インドネシア稲作農家のリスクおよび不確実性に対する姿勢や時間選好に関する分析、(2)実験データのパネル分析を通じたリスク回避度に影響を与える要因の解明、(3)実験経済学の方法論に関する普遍的なインプリケーションの導出、(4)農家の企業家能力が技術普及に果たす役割の分析、等の開発経済学における重要な研究課題について、大きな貢献ができると見込み、本研究を企図した。

### 3. 研究の方法

本研究では、実験経済学の手法に基づくフィールド実験を実施した。フィールド実験は、Tanaka et al. [2010] に示されているものと、同様の方法で行った。2013年に実施したベースライン調査では、調査対象とした行政区である郡の各村を層とする層化無作為抽出法により、調査対象として98の農家家計をリストアップし、家計や農業経営等に関するアンケートを行った。しかし、2014年3月と2017年3月に実施したフィールド実験では、死亡・転居・体調不良により6家計分のデータが欠損したので、本研究の標本の大きさは92である。

フィールド実験の具体的な手順は下記の通りである。まず、実験当日、対象となった農家家計の世帯主(以下、「被験者」と表記)に会場に集合してもらい、口頭でその日の調査の流れ等について全体説明を行う。その後、家計あるいは世帯主の属性や状況、農業生産に関する事項、その他調査項目に関するアンケートを記入してもらう。アンケートの所要時間は30分程度である。そして、アンケートの記入が終わった農家から、実験を開始した。

実験には、中村(2016)の表1.(a)~(c)で示されている調査票を利用し、被験者の選択結果を

実験者が直接書き留める形で記録を取った。調査票は、シリーズ1~3の3種類に分かれており、シリーズ1と2にはそれぞれ14個のくじセット、シリーズ3には7個のくじセット、合計35個のくじセットが用意されている。

各くじセットには、くじAとくじBという2つの選択肢があり、それぞれに異なる当選額と当選確率が記されているので、被験者にはどちらのくじを好むのかを回答してもらった。たとえば、最初に回答するシリーズ1のくじセット1の場合、30%の確率で20,000ルピア、70%の確率で5,000ルピアをもらえるくじAを選ぶのか、それとも10%の確率で41,500ルピア、90%の確率で2,500ルピアをもらえるくじBを選ぶのかを決めてもらうのである。もし被験者がくじAを選んだ場合は、次の行にあるくじセット2に進み、再度くじAなのか、くじBなのかを決めてもらう。一方、もし被験者がくじBを選んだ場合は、シリーズ1の回答は終了となり、次はシリーズ2における最初のくじセット15に進んでいく。つまり、くじAを選び続ける限りは、そのシリーズの次行にあるくじセットに進んでいくが、くじBを選んだ時点で次のシリーズの回答に移るのである。なお、一旦くじBを選んだ場合、同じシリーズのそれ以降のくじセットについても、くじBを選んだと見なされる。場合によっては、各シリーズの最後のくじセットまでくじBを選ばないこともあるが、その時は同じシリーズ内にあるくじセットの全てについて回答することになる。したがって、各シリーズの最初のくじセットで全てくじBを選んだ場合は、最少となる3回の選択で実験が終了する。また、各シリーズで最後のくじセットまでくじAを選び続けた場合には、最多となる35回の選択をすることになる。

実験参加の報酬については、最初の全体説明の際に、被験者が選択した全てのくじに対して行われるのではなく、ランダムに選ばれる1つのくじに対してのみ支払われることが、事前説明されている。具体的な報酬額の決定方法は、以下ようになる。実験終了後に、1から35の番号が書かれた35個のボールが入られた袋から、被験者自身がランダムに1個を取り出し、その番号に該当するくじセットを選ぶ。そして、そのくじセットに含まれるくじAとくじBのうち、実験の中で選ばれていた方が、実際に報酬額を決めるくじになる。最後に、 から の番号が書かれたカードの束から被験者が1枚を引き、その番号に応じて実験参加の報酬が支払われる。たとえば、袋の中から取り出したボールに書かれた番号が1で、引いたカードの番号が であった場合は、シリーズ1のくじセット1が報酬額を決めるくじとなり、被験者が実験でくじAを選んでいたら、カードの番号が なので、表1(a)に示されているように、被験者はRp. 5,000を受け取ることができる。

シリーズ1とシリーズ2のくじセットは、いずれもくじAの当選額と当選確率が一定となっている。一方、くじBは、当選確率は一定であるが、くじセットの番号が大きくなっていくにつれて、当選額も大きくなっていく。これはくじBの期待利得が増加していくことを意味している。そうすると、

被験者の選択パターンは、(1)最初からくじBを選ぶ、(2)最初の方はくじAを選ぶが、途中からくじBに切り替える、(3)最後までくじAを選び続ける、という3つに分けることができる。このくじBへ切り替わるタイミングは「スイッチング・ポイント」と呼ばれるが、これが被験者のリスクへの姿勢を表していると考えるのである。なお、選択パターンの(3)については、スイッチング・ポイントが「なし」ということになる。両シリーズのくじの当選確率と当選額をうまく組み合わせ、それぞれのスイッチング・ポイントから、プロスペクト理論における、という2つのパラメータを得られるようにした点が、Tanaka et al. [2010] の最大のイノベーションとなっている。

また、シリーズ3のくじを見ると、損失回避傾向を見るために、被験者に損失(実験者への支払い)が発生する可能性が含まれている。そして、スイッチング・ポイントからは、一意ではないものの損失回避係数の取りうる一定の範囲が分かるようになっている。なお、実験者への支払いが発生する可能性があることについては、全体説明だけではなく、実験の直前にも再確認し、実験を円滑に行えるように配慮している。また、実験者への支払いが発生した場合には、実験のルール上やむを得ないことを説明し、実験参加の報酬とは別に支払われるアンケート調査報酬の一部を実験者への支払いに充てられることを伝えて、理解してもらえるように努めた。

#### 4. 研究成果

本研究では、インドネシアの西ジャワ州の事例において、Tanaka et al. [2010] の考案したフィールド実験のデザインに従いながら、稲作農家のリスク回避度と損失回避係数の推計をおこなった。この手法では、期待効用理論とプロスペクト理論の両方を特殊形として包含しているPrelec [1998] の確率加重関数が採用されている。このため、リスク回避度を表す、確率加重関数のウエイトを表す、そして損失回避係数を表す、という3つのパラメータを推計することによって、二つの理論の妥当性を実証的に検証できるモデルになっている。

収穫前に実施した第1回目の経済実験(2014年3月)の結果を分析したところ、の推計値は先行研究とも整合的なものとなっていた。また、t検定の結果は $< 1$ 、 $> 1$ を示唆していることから、これも先行研究と同様に、期待効用理論ではなく、プロスペクト理論が支持されることが明らかにされている。これに対して、の推計値については、先行研究よりもやや高い値が計測されている。その理由については、現時点では明確な証拠はないが、また、Sokol-Hessner et al. [2009] が指摘するように、損失回避係数が心理的な要因によって強く影響を受けている可能性も考えられる。そして、このことは、損失回避係数を始めとして、本研究が推計したパラメータが通時的に一定値をとる外生変数ではなく、内生変数であることを示唆するものとなっている。

このリスク回避度や損失回避係数に内生性が

生じる要因に関しては、二つの可能性があると考えられる。第一は、農家の手元資金の潤沢さである。調査地で農家へのヒアリングをしていると、定期的な現金収入が得られるように、野菜の栽培計画を立てている農家が少なからず見受けられた。これは農業では収穫までの期間が比較的長く、栽培期間中は収入が得られない一方で、現代においては、途上国農村といえども現金支出無しでは生活が成り立たないからである。稲作中心の調査地では、稲の収穫後は手元資金に余裕があるが、収穫前は手元資金に余裕が無いケースが少なくない。このように手元資金の状況が異なる場合は、リスク回避度や損失回避係数も異なる値を取るようになって考えられるのである。こうした仮説を検証するため、第二回目の経済実験を、収穫前と収穫後を比較できるように、2017年3月に実施した。

そして、同一農家に対する二度にわたる実験から得たパネルデータを分析したところ、これら計測値が非常に不安定な値を取ることが判明した。つまり、同じ農家から得られた実験結果が、1回目と2回目で大きく異なっていたのである。また、2回目のリスク回避度の方が平均的に低くなっていることが確認されており、これは収穫後のリスク回避度の方が相対的に低くなると予測する本研究の仮説と整合的な結果となっている。実際、農家へのヒアリングを行う中でも、「この野菜は米よりも儲からないが、定期的な現金収入をもたらししてくれる」、「政府補助金や臨時収入があったので新品種の栽培を試してみた」などの回答が得られており、一時所得や収入の季節性が、リスク回避度等の実験結果に影響を与えている可能性が高いことが明らかになった。

第二は、各農家の固有の企業家能力の差がリスク回避度や損失回避係数に影響を与えている可能性である。クロスセクション分析では、個人の能力といった観察されない変数(あるいは観察が困難な変数)が実証モデルの説明変数と相関する場合には、除外変数による内生性バイアスの問題が発生する。この問題に対して、上述した実験データのパネル化で対処することに加え、農業普及所のスタッフによる農家評価を利用して企業家能力を可視化し、計量モデルに組み込む形で、内生性バイアスに対応した実証分析を展開していくことが、今後の研究の方向性である。

また、本研究の調査地では、従来型の農法、従来よりも労働集約的なSRI(System of Rice Intensification: 稲集約栽培法)、従来よりも資本集約的なPTT(Pengelolaan Tanaman Perpadu: 総合的稲管理法)という技術的性質の異なる3つの稲栽培技術が存在している。ヒアリングによれば、従来型の技術を採用しつつける農家、新しい技術を導入してそれを継続する農家、そして新しい技術を導入しても元に戻る農家など、さまざまな技術選択のパターンが観察されている。こうした農家の栽培技術の選択・採用メカニズムと、フィールド実験で計測されたリスク回避度や損失回避係数がどのような関係にあるのかについては、今後の研究で明らかにしてい

きたい。

## 5. 主な発表論文等

(雑誌論文) (計8件)

Nakamura Kazutoshi, Foreign Direct Investment, Productivity Spillovers and Regional Development: Evidence from Indonesia, The 6th IRSA International Institute Maritime Infrastructure and Regional Development: Collection of Abstracts, 2017, pp.85-86, 査読有

Sukadana, I Wayan, Nakamura Kazutoshi, Ni Putu Wiwin Setyari, I. A. N. Saskara [2017] "The Impact of Clean Water Access on Children Performance in Indonesia," The 6th IRSA International Institute Maritime Infrastructure and Regional Development: Collection of Abstracts, 2017, p.41, 査読有

中村 和敏, インドネシアにおけるパーム油生産の構造、長崎県立大学論集(経営学部・地域創造学部)、第50巻、第2号、2016年、pp.27-52、査読無  
<http://hdl.handle.net/10561/1245>

中村 和敏, フィールド実験によるリスク回避度と損失回避係数の計測:インドネシアにおける稲作農家の事例、長崎県立大学論集(経営学部・地域創造学部)、第50巻、第1号、2016年、pp.45-61、査読無  
<http://hdl.handle.net/10561/1242>

中村 和敏, インドネシアにおけるパーム油輸出の構造、長崎県立大学論集(経営学部・地域創造学部)、第50巻、第1号、2016年、pp.63-101、査読無  
<http://hdl.handle.net/10561/1243>

Nakamura, Kazutoshi, The Evolution of Wage Inequality in Indonesia, Proceeding: The 13th IRSA International Conference: Demographic Change and Regional Development, 2016, pp.657-662, 査読有

中村 和敏・本台 進, インドネシアにおける所得分布の構造:1980-2009年、長崎県立大学経済学部論集、第49巻、第4号、2016年、pp.25-52、査読無  
<http://hdl.handle.net/10561/1214>

Nakamura, Kazutoshi and Mitsuhiko Kataoka, Public Capital Stock and Its Interprovincial Distribution in Indonesia, Proceedings of 5th IRSA International Institute, 2015, pp.143-144, 査読有

(学会発表) (計5件)

中村 和敏, リスク回避度と損失回避係数の計測 インドネシア・西ジャワ州の事例、国際開発学会第28回全国大会、2017年

Nakamura, Kazutoshi, Foreign Direct Investment, Productivity Spillovers and Regional Development: Evidence from Indonesia, 6th Indonesian Regional Science Association (IRSA) International Institute, 2017

Sukadana, I Wayan; Kazutoshi Nakamura, Wiwin Setyari, Ni Putu; Saskara, I. A. N. "The Impact of Clean Water Access on Children Performance in Indonesia," 6th Indonesian Regional Science Association (IRSA) International Institute, 2017

Nakamura, Kazutoshi, The Evolution of Regional Wage Inequality in Indonesia, The 12th Indonesian Regional Science Association(IRSA) International Conference, 2016

Nakamura, Kazutoshi, Public Capital Stock and its interprovincial Distribution in Indonesia, The 5th Indonesian Regional Science Association International Institute, 2015

(図書) (計1件)

本台 進、中村 和敏, 日本評論社、インドネシアの経済発展と所得格差 日本の経験と比較分析、2017、226

## 6. 研究組織

(1)研究代表者

中村 和敏(Nakamura, Kazutoshi)  
長崎県立大学・地域創造学部・准教授  
研究者番号:40304084