

# マダガスカル農村における稲作新技術 の社会的学習要因と情報の中心性<sup>1</sup>

---

関西学院大学 栗田研究会

2017年12月

松浦颯

加藤要

上村光

酒井菜緒

---

<sup>1</sup> 本報告書は、2017年12月9、10日に行われるWEST論文研究発表会2017年度本番発表会に提出する論文内容を報告するものである。本稿の作成にあたっては、栗田匡相教授（関西学院大学）をはじめ、多くの方々から有益且つ熱心なコメントを頂戴した。ここに記して感謝の意を表したい。しかしながら、本報告書にあり得る誤り、主張の一切の責任はいうまでもなく筆者たち個人に帰するものである。

# 要旨

---

本稿では、マダガスカルにおける米の収量増産を通じて、アフリカにおける農業開発のプレゼンスが向上することをビジョンとし、日本国際協力機構(JICA)が米の収量増加を目標に実施している「コメ生産性向上・流域管理プロジェクトフェーズ2」に焦点を当て、調査及び研究を行った。

現在、日本はアフリカ開発会議(TICAD)を先導しており、国策としてアフリカの開発に力を注いでいる。日本はサブサハラ・アフリカの米の生産量増加を宣言しているものの、アフリカ稲作振興のための共同体(CARD)イニシアティブの目標は未だ達成していない。CARDは残り僅か1年でプロジェクトを達成しなければならないため、一刻を争う課題となっている。マダガスカルは主食が米で、日本人の約2倍もの米を消費する。しかし、生産性が低く、災害により国内生産量の変動しやすいため、米の消費量の約10%は輸入に頼っているという問題を抱えている。そこで、JICAはPAPRIZ Intro Packというコメ収量増大パッケージを用いて普及活動を行っているものの、依然としてマダガスカルにおける米の生産量及びPAPRIZ Intro Packの導入率は低い。

本研究では、2017年8月にJICA協力のもとマダガスカルのBongolava県における8村621世帯を対象に、聞き取り調査を行った。これらのデータを用いて分析を行う目的は、稲作生産における技術効率性を突き止めると同時に、PAPRIZ Intro Packの社会的学習要因を解明することである。このことにより、効率的な稲作生産方法及びPAPRIZ Intro Packの効果的な普及を通じて、稲作農家の収量増加を実現させることができる。

確率的フロンティア分析では、日常的に会話している友人の数及びネットワーク中心性は稲作における技術効率に関係がなく、農業組織に加入している農家ほど効率的に生産を行っているということが明らかとなった。つまり、情報の量ではなく、情報の質が生産に影響するという結果が得られた。

操作変数プロビット分析により、ネットワーク中心性が高い農家ほど、第2回 PAPRIZ Intro Pack の導入を行っていないということが明らかとなった。つまり、第2回 PAPRIZ Intro Pack の普及では村長ネットワークを使用し、ネットワーク中心性の高い農家にアプローチすることができなかつたため、非効率な普及方法になっていることが明らかとなった。

PAPRIZ を導入したことのある農家を対象に、PAPRIZ に関する計4問の選択問題のテストを行ったが、正答率が非常に低いという結果が得られた。また、正答数が多い農家ほど、米の生産量が多いということが分かった。

分析で明らかとなった課題を改善するため、各村農業組織の機能強化、ネットワーク中心性の高い農家をターゲットとした普及、PAPRIZ 実施方法に関する理解の向上を提言する。我々の提言により、JICA は PAPRIZ Intro Pack の課題である低い集金率及び非効率的な PAPRIZ Intro Pack の普及、PAPRIZ の実施方法に関する理解不足を改善することができる。また、PAPRIZ が持つ増産効果はかなり大きく、普及が順調に進めばマダガスカル・日本政府の掲げる CARD の目標達成に近づくことができる。その結果、本稿のビジョンであるアフリカにおける農業開発のプレゼンス向上が実現すると考えられる。

# 目次

---

要約	2
目次	4
はじめに	6
<b>第1章 現状分析・問題意識</b>	8
第1節 アフリカについて	8
第1項 アフリカの貧困	8
第2項 アフリカにおける日本の援助体制	9
第2節 マダガスカルについて	11
第1項 マダガスカルにおける貧困と援助	11
第2項 マダガスカルにおける農業の現状と課題	12
第3項 マダガスカルにおける PAPRIZ について	13
第3節 問題意識	16
<b>第2章 先行文献及び本稿の位置づけ</b>	17
第1節 先行研究	17
第2節 本稿の位置づけ	20
<b>第3章 理論・分析</b>	21
第1節 調査地域の基礎情報	21
第2節 ネットワーク変数説明	23
第1項 ネットワークの分析	23
第2項 ネットワーク変数説明	24
第3節 分析と考察	26
第1項 確率的フロンティア分析	27
第2項 操作変数プロビット分析	32
第4節 分析結果	36
第1項 確率的フロンティア分析	36

第2項 操作変数プロビット分析	39
<b>第4章 政策提言</b>	<b>41</b>
第1節 マダガスカルにおける PAPRIZ Intro Pack 普及の重要性	41
第2節 政策提言の方向性	42
第3節 政策提言Ⅰ 各村農業組織の機能強化	43
第4節 政策提言Ⅱ ネットワーク中心性の高い農家をターゲットとした普及	45
第5節 政策提言Ⅲ PAPRIZ 実施方法に関する理解の向上	46
第6節 政策の効果及び実現可能性	48
<b>第5章 終わりに</b>	<b>50</b>
<b>参考文献・データ出典</b>	<b>52</b>

# はじめに

---

開発途上国における貧困削減を目標として策定されたミレニアム開発目標<sup>2</sup>は 2015 年に終了し、一定の成果を達成した。その結果、最貧困層の割合はこの 25 年間で著しく減少しているものの、依然として 8 億人以上が最貧困状態にあり、特にサブサハラ・アフリカの貧困率は高く深刻である。現在、MDGs の後継として、持続可能な開発のための 2030 のアジェンダ<sup>3</sup>が新しく設定されている。SDGs の目標の 1 つに貧困撲滅が掲げられており、目標達成のためにはサブサハラ・アフリカへの支援が必要不可欠であることは明らかである。

日本は SDGs の目標を達成するため、アフリカに対し積極的な支援を行っている。また、日本主導のもと実施されているアフリカ開発会議<sup>4</sup>の目標の 1 つに 2018 年までにアフリカの米の生産量を倍増させるというものがあり、目標達成のために日本国際協力機構<sup>5</sup>が率先して米の増産支援を実施している。そこで本研究ではサブサハラ・アフリカにおいて、最貧困層の割合が特に高い上位 5 ヶ国のうちの 1 国であり、農家の 85% が稲作に従事しているマダガスカルに注目し、同国の貧困削減に向けての政策提言を行う。

マダガスカルの農村部において、米の消費量は 1 人当たり年間約 138kg、都市部では 118kg であり、日本の約 2 倍に値する。しかしマダガスカルの年間平均生産量は 2.5t/ha で日本の 5.4t/ha と比べると生産性が低く、米の消費量の約 10%は輸入に頼っている。よってマダガスカル政府は農業開発、特に稲作振興を重点課題と位置付けている。

この現状を踏まえ、JICA は稲作の生産性を改善するための新技術として 2009 年から「中央高地コメ生産性向上プロジェクト<sup>6</sup>」の普及による支援を実施している。現在、PAPRIZ は「コメ生産性向上・流域管理プロジェクトフェーズ 2」に移行して活動して

---

<sup>2</sup> 以下 MDGs とする。

<sup>3</sup> 以下 SDGs とする。

<sup>4</sup> 以下 TICAD とする。

<sup>5</sup> 以下 JICA とする。

<sup>6</sup> 以下 PAPRIZ とする。

おり、フェーズ 1 では主に技術開発・促進、フェーズ 2 では広報・普及活動を重点的に行っている。フェーズ 2 では PAPRIZ Intro Pack といった米の耕作において必要な肥料や種子、作付け方法が記された本などが入ったパッケージを提供している。PAPRIZ Intro Pack は資金不足、肥料・種子不足、そして学習機会の不足という新技術導入の際に発生しうる問題を解消し、農家が手軽に始められるパッケージとなっている。PAPRIZ Intro Pack の介入は既に 2016 年 6 月及び 11 月の 2 回実施されているが、規模が限定的で導入率はいずれも 40% も満たなかった。その上、PAPRIZ の普及を行うために各農村から研修生が数人選出されたが、選出方法は農村ごとに異なり普及活動において効果的な選出はなされていないといった問題点がある。

以上を踏まえて、本稿の目的は PAPRIZ Intro Pack のより一層効率的な普及方法を探るとともに米の収量増加を目指すことである。そこで我々は社会的学習要因に注目し、日常的に会話をしている人が多いほど効率的な生産を行うことができる、村内のネットワーク中心性の高い人物ほど PAPRIZ Intro Pack を導入する傾向にあるということ仮説とした。その仮説に基づき、まず確率的フロンティア分析で生産関数の推計をして技術効率性の程度を検証し、その後 PAPRIZ Intro Pack の導入に影響を与えている変数を探るために操作変数プロビット分析を用いた。

分析結果より、米の収量増大及び PAPRIZ Intro Pack 普及促進のために 3 つの政策提言を述べていく。(1) 各村農業組織の機能強化、(2) ネットワーク中心性の高い農家をターゲットとした普及、(3) PAPRIZ 実施方法に関する理解の向上を政策とする。

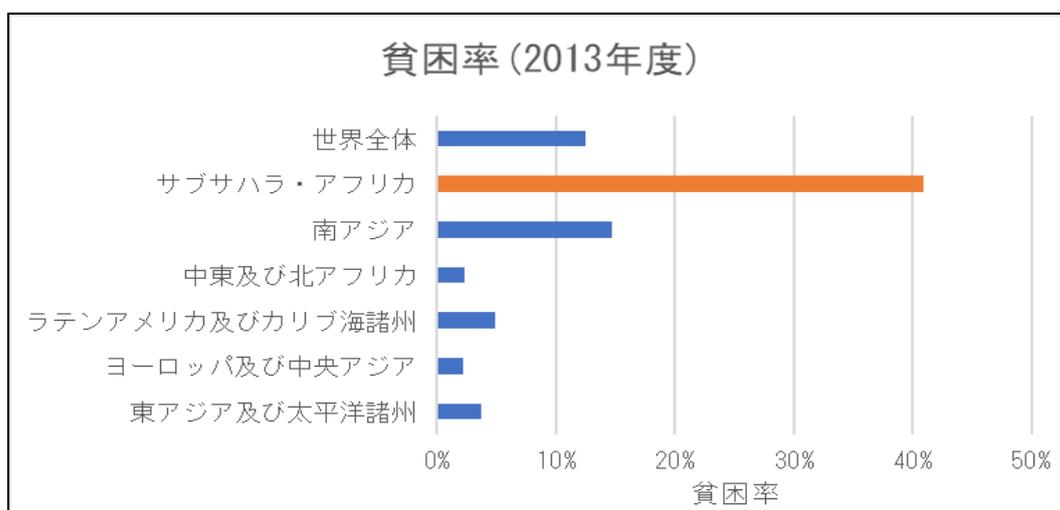
我々は、JICA が行っている「コメ生産性向上・流域管理プロジェクトフェーズ 2」の協力のもと、マダガスカルにおける農村での世帯調査や分析を行った。我々の政策は既にマダガスカルの農業省に提言しており、その中でも特に各村農業組織の機能強化の政策施行に関心を示している。さらに、既存農業組織を用いての政策のため費用は最小限に抑えられる。以上を踏まえて、本政策の実現可能性は極めて高いと言える。

# 第1章 現状分析・問題意識

## 第1節 アフリカについて

### 第1項 アフリカの貧困

サブサハラ・アフリカの貧困率は他地域と比べ、数倍以上高いことが現状として挙げられる。開発途上国向けの開発目標として策定された MDGs は、一定の成果を達成したため、最貧困層の割合はこの 25 年間で著しく減少している。しかし、この減少は東アジアでの経済発展によるところが大きく、依然として 8 億人以上が最貧困状態にある。特にサブサハラ・アフリカでは世界の最貧困層が集中しており、乳幼児や妊産婦の死亡率削減が未達成であるなど、多くの開発課題が残されている。(図 1 参照)



(図 1) 2013 年度の最貧困層の割合 (THE WORLD BANK “PovcalNet” より筆者作成)

MDGs の結果を踏まえ、国際社会全体の開発目標として新たに SDGs が作成された。SDGs では 2030 年を期限とする包括的な 17 の目標が設定されており（図 2 参照）、その 1 つとして貧困撲滅がある。その目標を達成するためには、サブサハラ・アフリカへの支援が必須であるといえる。



（図 2） SDGs の概要図（JICA「持続可能な開発目標（SDGs）と JICA の取り組み」より引用）

## 第 2 項 アフリカにおける日本の援助体制

現在、日本はアフリカに対し様々な支援を行っており、特に TICAD は日本主導のもと実施されている大きな取り組みである。TICAD とはアフリカ諸国の首脳と国際社会の開発パートナーとの政策対話を促進するためのプロセスで、国際連合や世界銀行の共催により実施されている。1993 年の TICAD I 以降、5 年に 1 度日本で開催される首脳級会合<sup>7</sup>に加え、閣僚級会合を通じてアフリカ開発を促進する主要な枠組みとして定着している。2016 年 8 月には、ケニア・ナイロビにて第 6 回アフリカ開発会議<sup>8</sup>が開催された。今回締結されたナイロビ宣言では、アフリカの今後の成長について、特に経済構造の改革・保険システム促進・社会安定化促進について述べられている。

<sup>7</sup> 2016 年以降は 3 年に 1 度、首脳会合はアフリカと日本で交互に開催されている。

<sup>8</sup> 以下 TICAD VI とする。

なお、日本が TICAD V の際に表明したアフリカ開発パッケージ<sup>9</sup>は、2013 年から 2018 年まで実施される予定である。

アフリカは銅や石油、レアメタルなどの鉱物資源が豊富であり、人口も急増している。そのため輸出、製造拠点及び市場として有望な場所である。日本はアフリカと有効な関係を築くため、TICAD をもとに官民合同ミッションや二国間協定<sup>10</sup>の締結などにも取り組み、その結果ビジネスにおいてもアフリカに進出している企業は現在増加傾向にある。

JICA は、2008 年に「アフリカ稲作振興のための共同体<sup>11</sup>」イニシアティブを立ち上げている。CARD イニシアティブの中の「アフリカの米の生産量を 1,400 万 t から 2,800 万 t に倍増する」という目標達成に向け、栽培技術の開発や消費者の嗜好に応じた品種開発など、米の栽培に関する高い技術を活かし、米の増産支援を行っている。日本の技術支援により、CARD 参加国を含むサブサハラ・アフリカ全体では、2008 年から 2014 年の 6 年間で 1,400 万 t から 2,500 万 t に増産したが、TICAD 及び CARD イニシアティブの目標は未だ達成されていないのが現状である。日本はアフリカの開発を先導しており、米の栽培技術において比較優位を持っている。JICA は、農業開発において日本独自の技術を活かし、政策策定・栽培技術開発・普及・調査研究・灌漑整備及び流通など、包括的な支援を実施し、米の持続的な生産向上を図っている。

---

<sup>9</sup> ODA 約 1.4 兆円を含む官民による最大約 3.2 兆円の投資や支援活動。

<sup>10</sup> 2 ヶ国間また 2 地域間で締結された自由貿易協定。

<sup>11</sup> 以下 CARD とする

## 第2節 マダガスカルについて

### 第1項 マダガスカルにおける貧困と援助

マダガスカルはアフリカ大陸から南東に約 400km 離れた場所に位置し、面積は 587,041 平方キロメートルで日本の約 1.6 倍と世界で 4 番目に大きな島国である。人口は 2016 年時点で 2,489 万人となっており、年々増加している。水産・天然資源に恵まれており、経済発展の潜在的能力が高い国である。マダガスカルは 1960 年代にアフリカでも有数の経済成長を遂げた国である。しかし、その後は政治的混乱などにより経済は低迷し、1 人当たりの収入が 1970 年の 473 ドルから 2008 年には 410 ドルへと減少した。また、1 人当たりの国民総生産 (GDP) は 440 ドルに過ぎず、マダガスカルは世界の最貧国の 1 つとして数えられている。2015 年時点で、マダガスカルにおける 1 人当たりの国民総所得 (GNI) は 420 ドル、人間開発指数<sup>12</sup>が 154/188 位と世界最低水準に留まっている。マダガスカルは最貧困層が人口に占める割合が特に多い上位 5 か国の 1 国であり、貧困削減を図ることが重要であると世界銀行は述べている。但し、近年は日本などの外国投資による鉱山資源開発により輸出額は増加傾向にある。

2009 年の政治危機時には、反政府勢力が軍の支持を受け、当時大統領であったラヴァルマナナ大統領を辞任させ、憲法手続きに則らない形で暫定政府が決定された。この事態を受け、アフリカ連合<sup>13</sup>及び南部アフリカ共同体<sup>14</sup>は、同国に対する制裁措置として AU 及び SADC への参加資格を停止した。また、日本も二国間経済協力やボランティア事業を停止するなどの経済制裁を行った。2011 年 9 月、AU 及び SADC を始めとする国際社会の仲介により、政治的危機打開のためのロードマップが作成された。2013 年末、憲法の手続きに則り大統領選挙が実施され、新大統領が選出された。AU 及び SADC はこれを民主化プロセスの進展と評価し、2014 年 1 月に同国に対する制裁を解除した。その後、2014 年 4 月に新内閣が発足し、約 5 年にわたる政治危機を経

<sup>12</sup> 保健、教育、所得という人間開発の 3 つの側面に関して、ある国における平均達成度を測るための指標。

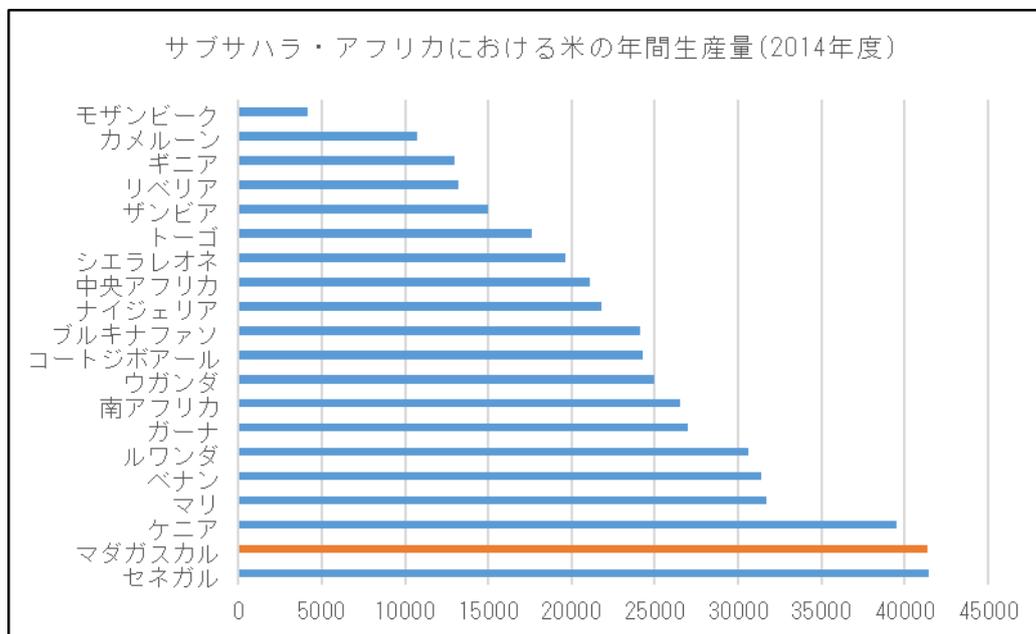
<sup>13</sup> 以下 AU とする。アフリカ 54 カ国・地域が加盟する世界最大の地域機関。

<sup>14</sup> 以下 SADC とする。南部アフリカ諸国が経済統合・共同市場を標榜、更に紛争解決・予防のための活動も行っている機関。

て、社会経済復興や政治的安定の回復への取り組みが行われた。同年、日本政府は二国間経済協力を全面的に再開し、ボランティア事業も 2015 年より再開している。

## 第 2 項 マダガスカルにおける農業の現状と課題

マダガスカルの主要産業は農業であり、人口の約 75%が農業に従事している。また、農業の中でも米の生産がその大半を占めており、農家の 85%は稲作に従事している。そのため、サブサハラ・アフリカにおいてマダガスカルは米の生産量第 2 位を誇っている。(図 3 参照)



(図 3) 2014 年度におけるサブサハラ・アフリカにおける米の年間生産量  
(Food and Agriculture Organization of the United Nations “FAOSTAT” より筆者  
作成)

しかし、低い農業生産性やインフラの未整備により、農業が GDP に占める割合は約 26%と低水準である。国民 1 人当たり米消費量は、農村部において 1 人当たり年間 138kg、都市部では 118kg である。稲作は全耕地面積の約 4 割を占め、米の総生産量は 455 万 t/年でいずれもアフリカ随一である。また、生産量の 7 割が自家消費されており、米農家では家計収入の約半分を米に依存しているため、食料安全保障に加え

農家経営上も極めて重要性が高い。しかし、労働力の不足、肥料へのアクセス困難、サイクロンや干ばつなどの災害などの影響から、国内生産量が変動しやすく、米の消費量の約 10%は輸入に頼っている。現状では 1 世帯当たりの米の年間平均生産量は 2.5t/ha から 3t/ha であり、日本の 5.4 t /ha よりも大幅に低水準となっている。

食糧安全保障の観点及び貧困を改善するために、生産性向上、生産量増加・安定化は同国の課題となっている。マダガスカル政府は積極的に農業開発に取り組んでおり、特に稲作振興を国家開発上の重点課題と位置付けている。農業分野の基幹政策である「農業・畜産・漁業セクタープログラム」では、国家の主要課題である貧困削減と経済成長への貢献に向け、米の 100%自給達成、貧困層の半減及び貧困層収入の 40%増加を掲げており、稲作の推進を重点政策と位置付けている。また、稲作の推進に向けて国家稲作振興戦略（NRDS2）が策定され、2008 年の単収 3.03t/ha を 2018 年には 4.65t/ha まで引き上げるとともに、米の輸出国になることを目指している。

マダガスカルは、世界各国に広まっている集約的水稲栽培法<sup>15</sup>発祥の国でもある。SRI は、1983 年に宣教師ロラニエ氏がマダガスカルで始めた稲作技術であり、乳苗植え、1 株 1 本植の疎植、入念な除草、幼穂分化期までの間断灌漑とその後の浅水管理、堆肥投入の各技術を組み合わせた水稲栽培法である。マダガスカル政府は米の増産のため SRI を推奨しているが、田植えの手間や水管理の難しさもあり、導入している農家はわずか 3.5%にとどまっている。SRI のような生産性向上のための様々な新技術が導入されたが、ほとんど定着しなかった。

### 第 3 項 マダガスカルにおける PAPRIZ について

マダガスカルは CARD 支援対象国の第 1 グループ<sup>16</sup>に属しており、CARD の推進に向けて JICA は主に適正栽培技術の開発・普及を展開してきた。2009 年から JICA は、稲作の生産性を改善するための新技術である PAPRIZ を活用した援助を行っている。人口集中地域である首都 Antananarivo と第 3 の都市 Antirabe を擁する中央高地の米の増産を目標に活動している。中央高地の標高は約 600m から 1,500m に亘り、多様な自然・生態環境の下、灌漑稲作、谷地田における天水稲作及び高冷地における稲作が

<sup>15</sup> 以下 SRI とする。

<sup>16</sup> JICA (2008)「アフリカ稲作振興のための共同体」

主な稲作形態である。生産性向上のためには、稲作形態に適し、かつ市場と農家の評価を踏まえた推奨品種の選定、その種子の普及、及び品種に適した栽培技術の確立とその普及が欠かせないものとなっている。PAPRIZ では生産性向上のための技術パッケージの開発をはじめ、農業機械の開発と利用・生産技術の指導体制の整備・農業関係者の連携強化、種子の増産などに取り組んでいる。(図 4 参照) 種子の増産については、種子増殖センター (CMS) を通じてそれぞれの地域に適応したものを利用して、PAPRIZ を導入した世帯は平均して 0.69t/ha ほど増産したとの結果が出ており、プロジェクトも順調に進んでいると JICA が作成した報告書において高く評価されている。そのため、支援期間が 5 年間延長されている。これまでの PAPRIZ の成果として、

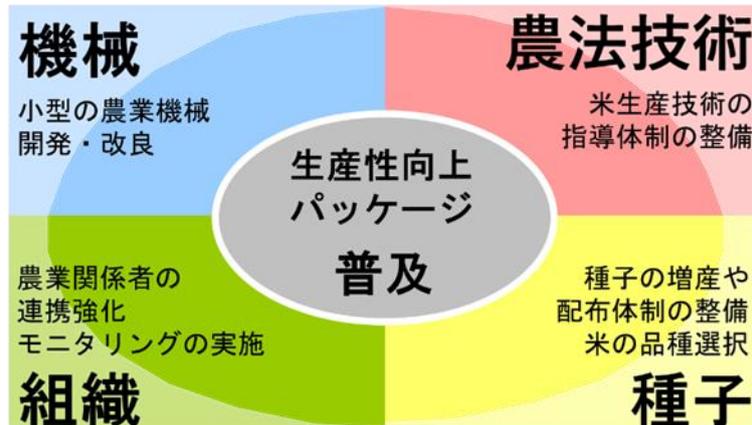
1. 米の生産性向上のための「技術パッケージ」がプロジェクトにより開発される。
2. 種子増産・配布体制の整備が推進される。
3. 重点県において、関係機関の連携による米の生産技術の指導体制が整備される。
4. 技術パッケージ波及のための教材が整備される。

の 4 点が挙げられる。現在、JICA では「コメ生産性向上・流域管理プロジェクトフェーズ 2」が実施されている。2015 年までのフェーズ 1 では主に技術開発・促進を行っており、目立った広報・普及活動は実施されていなかった。そこでフェーズ 2 では、映画・DVD を利用した広報活動、PAPRIZ Intro Pack の配布及び広報・普及活動を重点的に行っている。映画・テレビ・ラジオなどを活用することで 1000 万人もの国民に対する情報伝達を実現し、約 2 万世帯の農家が技術採用するなど大きな成果を挙げている。PAPRIZ Intro Pack とは、10a<sup>17</sup>分の作付けに必要な肥料と種子が入ったパッケージであり、無担保で提供している。値段は 21000Ariary<sup>18</sup>で返済は収穫後までとなっており、米での返済も可能である。肥料投入を行えば 10a において、最低でも 400kg 程度の籾米の収穫が見込める。そのため多少の利子をつけても十分に返済が可能となっている。PAPRIZ Intro Pack は資金不足、肥料と種子の不足、学習機会の不足という新技術導入の際に発生する問題 (図 5 参照) を解消しており、農家が手軽に始められるパッケージとなっている。既に 2016 年 6 月及び 11 月の合計 2 回配布が行われている。(表 1 参照) 調査地域において、PAPRIZ Intro Pack の介入はあった

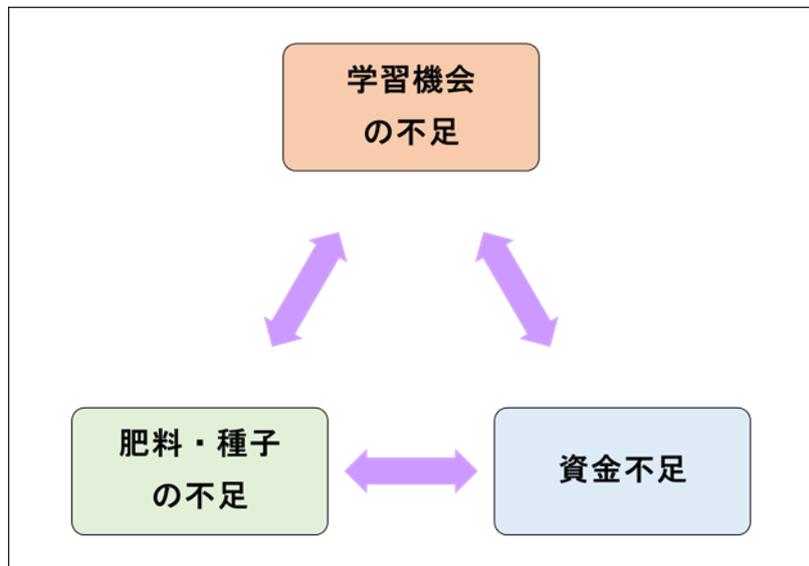
<sup>17</sup> 面積の単位。1a あたり 100m<sup>2</sup>

<sup>18</sup> マダガスカル通貨。11 月 3 日現在で 1 円=27.82ariary

もののその規模は限定的で、介入があったことを知らない農家がほとんどであった。また、PAPRIZ を普及させるために各村から研修生が数人選出されているが、選出方法は村ごとに異なっており、普及活動において効果的な選出はなされていない。このように PAPRIZ の普及活動を行っているものの、農民間での PAPRIZ 導入率は SRI 同様依然としてかなり低い。



(図 4) PAPRIZ の概要図 (筆者作成)



(図 5) PAPRIZ 導入の際農民が抱える問題 (筆者作成)

	第1回 PAPRIZ Intro Pack 配布	第2回 PAPRIZ Intro Pack 配布
広報の仕様	前日・当日に拡声器を使ったアナウンス	村長に受注
導入率(%)	35	25

(表 1) PAPRIZ Intro Pack 配布の概要 (筆者作成)

### 第3節 問題意識

以上の現状分析により、マダガスカルでは主食である米を他国からの輸入で賄っている現状、及び農村部の重大な貧困から抜け出すためには、米の生産性改善による収益率の向上が必要であることが理解できる。また、サブサハラ・アフリカにおける米の生産量増加を日本は宣言しているものの、CARDの目標は未だ達成していない。その目標は残り僅か1年で達成しなければならないため、一刻を争う課題となっている。PAPRIZが持つ潜在的な増産効果はかなり大きく、普及が順調に進めばマダガスカル・日本政府の掲げる目標達成に近づくことができる。日本がCARDの目標を達成するには、PAPRIZの普及が必須であるといえる。

PAPRIZ普及のために配布しているPAPRIZ Intro Packは、マダガスカルの農業において問題となっている、資金不足、種子の不足及び学習機会の不足の3点を克服しており、さらなるPAPRIZの導入が期待されている。しかし、PAPRIZ Intro Packには2つの課題がある。1つ目は、映画・DVDを利用した広報活動やPAPRIZ Intro Packの配布等広報・普及活動を重点的に行っているにも関わらず、依然導入率が低いことである。2つ目は、第2回PAPRIZ Intro Pack配布時に購入した消費者のうち、約8割が未だ返済していないことである。

本稿はマダガスカルにおける米の収量増産に加え、PAPRIZ Intro Packの問題解決により、さらなる普及促進を目的に作成された。CARD及びPAPRIZの目標を達成するためには、サブサハラ・アフリカにおいて米の生産量第2位の国であるマダガスカルへの支援が必須である。そのため、本稿はアフリカにおける農業開発のプレゼンスを高めることにつながり、極めて大きな政策的意味を持つ。

## 第2章 先行研究及び本稿の位置づけ

---

### 第1節 先行研究

本節では、新技術における技術効率性と導入要因に関する先行研究をレビューし、マダガスカル農村における技術効率性及び PAPRIZ Intro Pack 採択についての実証モデルを構築するための仮説を導出する。

#### (1) 新技術における技術効率性に関する先行研究

現状分析により、途上国の国内生産性が低く災害によって国内生産量が変動しやすいことが問題視されている。Sipiläinen & Lansink (2005)では、酪農農家が従来の農法から新農法に切り替えた時に生産効率がどのように変化しているかを調査している。結果として、農家の年齢や地域などがミルクの生産の非効率性に影響を与えていること、新農法を利用している農家の方が非効率な生産を行っていること、農法の経験年数が効率性に影響を与えることがこの分析により判明した。Broeck & Dercon (2011)では、タンザニアのバナナ栽培の生産性向上技術に関して血縁関係、近隣農家、非公式な保険グループのそれぞれの参照集団で、情報の交換が行われているが、実際に生産性の外部性を引き起こしたのは血縁関係のみであることを示した。さらに、情報の方向性について分析を行ったことで家計内での情報交換はその性別ごとの情報の流れにアクセス可能であることを示した。

#### (2) 新技術における導入要因に関する先行研究

新技術導入において複数の制約を緩和する効果のあるネットワーク学習効果は近年注目が集まっている。まず、Foster & Rosenzweig (1995)では、緑の革命時のインド農家で各農家が生産性の高い種子 (HYV) を導入する際、近隣農家が既に HYV を導入している場合、波及効果はどのようなものであるかを調査している。結果として、自己

学習と近隣農家からの学習があったことが明らかとなっている。近隣農家が先駆けて新技術について経験することを待ち、その結果を観察してからフリーライドしようとする傾向があった。Munshi (2004) では、インドのデータを用いネットワーク学習の効果を米と小麦という農産物の違いからそれぞれ検証した。小麦では正の効果を観察したが、米ではそれが観察されなかった。米の生産地域では生産環境の異質性が高いため、ネットワーク学習がうまく働かず、小麦では均質的な環境のためネットワークの学習が働いた。一般的に学習効果が制限されてしまう異質性の高い地域や国では、局所的、集中的な投資によって学習の効果を顕在化させる必要があることが明らかとなった。Bandiera & Rasul (2006) では、農家の新しい作物（ヒマワリ）の採用決定が、家族や友人の採用決定に関連しているかを評価している。また、他者の決定に関連する農業技術者の最初の決定がどのような結果になるのかを検討している。農家が新技術を採用する確率は、ネットワークが少ない場合は利用者数が増加し、多く存在する場合は減少する可能性が高くなる。特に、新しい作物についての情報が少なくて済む可能性が高い農家にとってはより採択する可能性が高くなる。さらに、家族や友人に基づくネットワークと宗教に基づくネットワークとの効果の比較は、社会的関係が強い個人間で社会的影響が大きいことを示唆している。Foster & Rosenzweig (1995)、Munshi (2004)、Bandiera & Rasul (2006) においては明確な隣人のデータを用いておらず、隣人の定義として特定のグループの集計を用いるか、採用している隣人の数や割合をネットワークのリンクとして定義していたが、Conely & Udry (2010) では、農業について議論を交わす特定の相手についての情報を収集している。ガーナのパイナップル農家において、同じ村の調査対象者の中から7人の農家をランダムにサンプルし、それぞれの人に農業に関するアドバイスを求めたことがあるかどうかをもとに農家と農家のつながりを定義した。近隣農家がより多くの肥料を投入することで予想よりも高い収益を得ていると聞くと、自身も投入量を増加させることがわかり、特に農業初心者ほど、熟練農業者や似たような富裕度である隣人のニュースに反応することが明らかになった。一方で、予想外に悪い結果を知ると、やはり肥料投入量を減少させることも分かった。Magan et al (2015) では、インドのウッタル・プラデシュ州の男女別の社会ネットワークデータを用いて、男女間の農業情報ネットワークを調査した。同一世帯の妻と夫がそれぞれどのように新技術（レーザーの整地技術）の情報にアクセスしているかについて検証している。夫婦は異なるネットワークから技術に関す

る情報を収集しており、女性は富裕度に関して同質のネットワークを持つ一方で、男性は富裕度に関して異質なネットワークを持っていることを明らかにした。しかし、これら女性のネットワークによる効果が農業技術の利用や採択に関する世帯の決定に影響を及ぼしているという証拠が未だ弱いということを示唆している。Munshi (2004)では不均質な成長条件である米と均一な成長条件である小麦で学習の効果が異なること、すなわち情報の異質性がネットワークの効果にとって重要な役割を果たすことを明らかにしており、それを受けて Magnan et al (2015)ではくじでレーザー整地技術 (Laser Land Leveling) サービスを受ける農家を選ぶことで生じる外生的な変化により情報の異質性を明示的に扱い、レーザー整地技術への支払い意思額をインターベンションの前後で比較することでネットワークの効果を測定した。Jeremy G. Weber (2012)では、コーヒー剪定技術を採択した農家が、採択していない農家にどのようなネットワーク効果をもたらしているかを調査している。地理的に異なったグループにおけるプロジェクト開始1年目に採択した人が与えるネットワーク効果と2年目に採択した人のネットワーク効果を分析している。計量分析では、マルチ変量プロビット分析を使用しており、コーヒー農家は近隣農家が剪定することによって高い収益を得ると聞くと、自身も剪定技術を採択することが判明した。

以上の先行研究より、本稿では、「生産効率性及びマダガスカル農村におけるネットワークは PAPRIZ Intro Pack の採択に影響を与える」ことを検証仮説に設定する。先行研究をもとに確率的フロンティア分析を用い生産関数を推定したのち、技術効率性を検定しネットワークがどのように寄与するのか検証する。さらに、我々が調査で行ったネットワーク調査のデータをもとに変数を作成し、新技術における個人及び集団のネットワークの役割を明らかにし、導入支援において課題となっている普及率を向上させる対策を検討する。

## 第2節 本稿の位置づけ

本稿では前節で挙げた先行研究を参考とし、ネットワーク効果が技術効率性に与える影響には確率的フロンティア分析、農業新技術導入におけるネットワークとの関連性には操作変数プロビット分析を用いて検証する。

前節で挙げた先行研究の限界は、技術効率性や導入要因を分析する際にネットワークの変数は入れているものの、中心性が加味されていないことである。ネットワーク中心性による技術効率性や新技術導入への影響を分析したものは我々の探す限り存在しない。よって、本稿の新規性は、確率的フロンティア分析及び操作変数プロビット分析において、ネットワーク中心性を変数として使用したことである。本研究の分析結果で得られた導入要因や技術効率の要因を検出することができれば、マダガスカルMadagascarの米の生産性を効率的に向上させることができるはずである。これらの分析を踏まえ提言を行うことで、JICAが今後PAPRIZの普及を進めるにあたって、本稿が資する役割は大きいと考えられる。

## 第3章 理論・分析

### 第1節 調査地域の基礎情報

本稿の分析で用いるデータについて述べる。本研究にあたり 2017 年 8 月にマダガスカル Bongolava 県 Tsiroanomandidy 地方の 8 村を JICA の協力のもと、調査票を用いて 2 週間の聞き取り調査を実施した。Tsiroanomandidy 地方はマダガスカルの中央高地にあり、首都 Antananarivo から東へ 157km 離れた場所に位置している。加えて、調査を実施した全ての農村は国道沿いにある。(図 6 参照)調査地域では JICA が PAPRIZ の普及に取り組んでおり、村長の持つネットワークを利用して希望者を募った第 2 回 PAPRIZ Intro Pack の介入も行っている。本研究では農業生産の技術効率性や新技術導入と農民間同士におけるネットワークの関係性の分析を行い、より効率的な PAPRIZ Intro Pack の配布ができるための普及促進要因の特定を目的としている。以上を踏まえ、先ほど述べた地域が世帯調査を実施するにあたって適していると判断し、本研究の調査地として選択した。



(図 6) 調査地域の地図 (Google Map より筆者作成)

調査方法として事前に日本で調査票を作成し、現地で調査を行う際にはマダガスカル語の通訳として英語を話せるマダガスカル人の学生と協力し、世帯調査を実施した。本調査では 44 ページに及ぶ冊子を使用し、計 621 世帯、2551 名ものサンプルを集めた。本調査は 8 農村の総世帯数の約 6 割をカバーしている。また、本研究では 621 世帯のうち稲作を行い、使用する全ての変数に欠損の無い 332 世帯のデータを用いた。変数は、稲作の生産に関わるものだけではなく、世帯主の年齢や学歴など個人の特性も分析に取り入れている。本稿では全調査地域の各村における特性を理解するために以下の通りまとめた。(表 2 参照)

(表 2) 調査農村における特性 (筆者作成)

	世帯数	平均農地面積 (ha)	平均所得 (Ariary)	平均世帯主学 歴	米の平均単収 (kg/ha)
Ambihimahavelona 村	75	1.3	2584864	5.57	2754.12
Ambohitrakely 村	52	1.95	1074892	5.94	1792.80
Ampararano 村	42	1.35	1428214	5.48	2457.62
Antaniditra 村	56	1.22	1417188	5.16	1553.42
Andorandvelone 村	50	0.94	796399	5.46	1973.32
Antananambao 村	68	1.41	631559	4.65	2579.56
Ambohipeno 村	93	1.02	1329933	5.4	2956.2
Ampizarantany 村	91	1.07	2913451	6.1	2154.1
全体	527	1.28	1522062.5	5.47	2573.08

まず、平均農地面積はどの農村でも 2ha 以下であり、小規模農家である世帯が多いということが判明した。マダガスカルの平均所得は前述の通り、402 ドルである。上記の平均所得をアメリカドルで換算すると 483 ドルであり、マダガスカルの平均所得と比較するとやや上回る数値だと言えるだろう。しかし農村ごとの平均所得は順番に 821 ドル、341 ドル、454 ドル、450 ドル、253 ドル、200 ドル、318 ドル、926 ドルであり大きなばらつきがある。

マダガスカルの教育制度に関しては初等部の 5 年間は義務教育期間であり、その後中学校、高等学校へ進学する制度になっている。調査地域はどの農村でも多くの世帯主が中学校を修了していないということが分かる。

また、先に述べた通り、マダガスカルでの米の平均単収は 1ha あたり 2.5t である。実際に農村ごとの米の単収は少しばらついているが、調査地域全体では約 2.8t であり、平均的である。このことは、本来 PAPRIZ Intro Pack を導入すると、導入をしていない場合と比較して約 2 倍の収量が見込まれているにも関わらず、依然農村全体での収量増加が行えていないということがいえる。

## 第 2 節 ネットワーク変数説明

### 第 1 項 ネットワーク分析

ネットワーク分析とは、人間関係や企業間取引関係、あるいは自然界における生物間関係、神経・遺伝子など構造といった諸関係を、点と線からなるネットワークとして描き出し、その構造的な特徴を探る研究手法である。

近年、経済学研究においてネットワークの重要性に焦点を当てられるようになって著しいが、発展途上国においては特にその重要性の高さが多くの所で議論されている。技術の拡散・普及の観点から、ネットワークは重要である。内生成長理論に関する文献の中で、技術が拡散される過程における社会的学習の役割が紹介されており (Acemoglu, 2009)、開発のミクロ経済学的な視点における実証研究では、特に農業新技術がどのようにして拡散・普及され、どういう性質の人たちの間に繋がりがあのかを理解する試みが続いている。農業新技術の普及に関して、とりわけ個人や世帯異質性、不確実性やリスク存在の 2 点について、Social Network の存在がその問題緩和に寄与していることが最近の研究で明らかになってきた。Munshi (2011)によれば、ネットワークは、新技術情報提供、相互保険機能、労働市場不完全性や信用制約緩和、という 3 つの経路を通して農業生産に影響を与える。ネットワークの効果と言っても、最近では情報の異質性や、ネットワークそのものの異質性、家計内における複数ネットワーク構成、などの論点がある。いずれの研究においても、ネットワークの存在が新技術採択に影響を及ぼしていることを示しており、農村における経済活動分析にお

いて、ネットワークの影響を除外して議論をすることへのバイアスの問題も指摘されている。

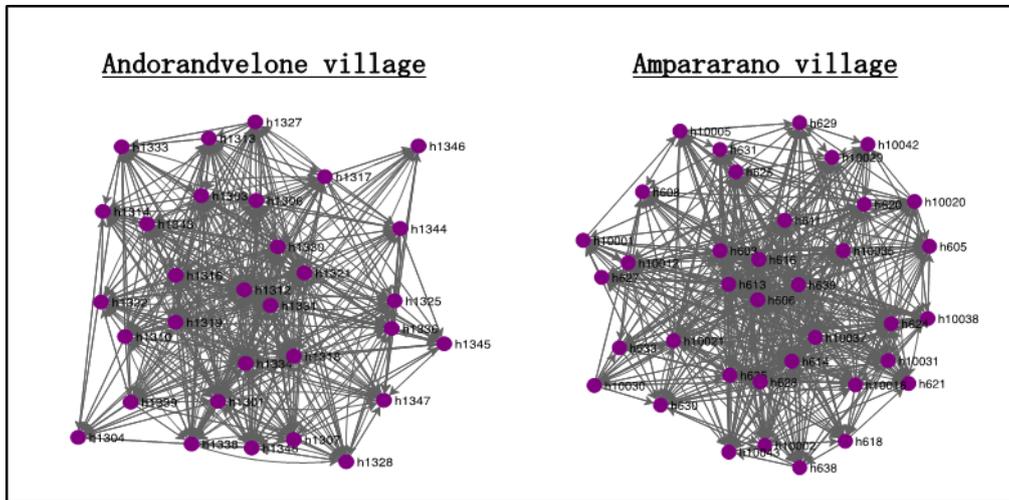
ネットワーク分析では、人間関係や Web ページのリンクなどの構造を、点と線によって構成される構造として抽象化して捉える。点は頂点やノードと呼ばれ、線は辺やリンクと呼ばれる。社会ネットワークでは、頂点は例えば個人を表し、辺は何らかの社会的な関係を表す。ネットワーク中心性は、ネットワーク分析の中でも最もよく用いられる指標の 1 つであり、ネットワーク内のノードがどの程度中心的存在であるかを示す。ネットワーク構造から頂点の中心性を評価する方法については、次数中心性や固有ベクトル中心性、PageRank、Katz Bonacich 固有ベクトル中心性、媒介中心性など、これまで様々な方法が提案されており、それぞれに特徴や注意する点がある。本稿の分析では、各ノードのリンク数と Katz Bonacich 固有ベクトル中心性を用いた。

## 第 2 項 ネットワーク変数説明

本研究では、確率的フロンティア分析及び操作変数プロビット分析において、ネットワーク変数を使用した。Bongolava 県での調査では聞き取り調査を行い、517 世帯分の標本数が得られた。調査方法は 2016 年 2 月の調査で撮影した当該地域の村人の写真を見せ、日常的にどの位の頻度で写真に掲載されている村人と会話しているかを質問した。1=顔も名前も知らない、2=顔は知っているが名前は知らない、3=顔も名前も知っているが話したことがない、4=月に 1 回話す、5=1 週間に 1 回話す、6=2 日に 1 回話す、7=毎日話すと定義した。世帯主及びその配偶者に調査をしたが、本研究では農業技術の採択に関する権利は世帯主にあると仮定し、世帯主のデータのみを使用している。

本研究ではネットワーク説明変数として、世帯主のリンク数 ( $link_i$ ) 及び Katz Bonacich 固有ベクトル中心性 ( $nwkatzi$ ) を使用した。世帯主のリンク数については、2 日に 1 回もしくは毎日話す場合に 1、それ以外を 0 としたダミー変数を作成し、そのダミー変数の 1 の合計を変数として用いた。日常的に会話をする人数が多いほど、多くの情報を手に入れやすいと考え、当変数を使用した。ダミー変数を用いてネットワーク図を作成することができる。(図 7 参照) リンク数が多い農家(頂点)ほど、ネッ

トワーク図の中心にいる。このようなネットワークの中心性を定量的に表した指標がネットワーク中心性である。



(図 7) Ampararano、Ampararano 村ネットワーク図 (筆者作成)

ノードの合計に加えて、Katz Bonacich 固有ベクトル中心性指標を用いた。Katz Bonacich 固有ベクトル中心性指標とは、他の次数中心性の高いノードとつながっているノードや経路の長さ、本来中心性が 0 となってしまうノードを考慮した中心性指標である。頂点が 0 のノードがあるとし、そのノードに対してはどこからも中心性が遷移してこないで、中心性は 0 となる。そのようなノードが複数あったとして、そのようなノードからしか頂点を張られていないノードがあったとすると、いくつかのノードからエッジを張られているのにも関わらず、遷移してくる中心性の値が全て 0 となり、中心性も 0 となってしまう。Katz Bonacich 固有ベクトル中心性は、いくつかのノードからエッジを張られているのにも関わらず、遷移してくる中心性の値が全て 0 という問題を解決するために、全てのノードの中心性に対して小さな値  $\eta$  を与える。

$$Eigenvector_i = \lambda \sum_j W_{ij} \cdot Eigenvector_j + \eta \quad (1)$$

$Eigenvector_i$  : ノード  $i$  の固定ベクトル中心性

$j$  : ノード  $i$  に対してリンクを張っているノード

固有ベクトル中心性の式に  $\eta$  を足すことによって、式(1)のようになる。 $\lambda$  は  $\eta$  によって与えられる小さな値と、他のノードから遷移してくる中心性の値の大きさを制御する定数である。 $W$  は隣接行列の最大固有値である。

$$Eigenvector = (I - \lambda W \eta)^{-1} \mathbf{1} \quad (2)$$

式(1)の  $\eta$  を 1 として、中心性の値が収束するまで遷移を続けると式(2)となる。これにより、Katz Bonacich 固有ベクトル中心性が抽出される。

村内ネットワークから、次数中心性、隣接中心性、固有ベクトル中心性の抽出を行ったところ、中心性が 0 となってしまうノードが出てしまい、各ノードの正確な中心性を抽出することができなかった。そこで、本研究ではその問題を解決するために、Katz Bonacich 固有ベクトル中心性を採用した。

### 第 3 節 分析と考察

本研究では PAPRIZ Intro Pack の普及が効率的に行われていない原因をネットワークに焦点を当てて追及する。まず、確率的フロンティア分析で生産関数の推計をして技術効率性の程度を導出する。続いてどのような変数が PAPRIZ Intro Pack の導入に寄与するかを推定するために操作変数プロビット分析を用いる。計量分析に使用する説明変数は以下の通りである。(表 3 参照)

(表 3) 計量分析に用いる変数の定義 (筆者作成)

変数	定義	平均	標準偏差
稲作農地面積 (ha)	米を育てている農家の農地面積	1.24	1.92
米の生産量 (kg)	1年間の米の生産量	1657.1	1661.24
総費用 (Ariary)	米を耕作し、収穫するまでにかかる投入の総費用	180612	558713.1
労働人数 (人)		150.33	390.49
世帯主の年齢 (歳)		41.2	14.69
世帯主の教育年数 (年)	世帯主の修了年数	5.37	3.28
日常的に会話する人 (人)	村内で日常的に会話する人数	43.1	30.2
10万 Ar <sup>19</sup> 借りられる友人の数 (人)	10万 Ar を借金できる友人が何人いるか	1.6	5.1
携帯の使用頻度	携帯電話の使用頻度：1=毎日、2=週に1回、3=月に1回、4=月に1回未満、5=使用しない	4.09	1.57
リスク回避度	Risk Game での掛け金額	1335.32	675.59
損失回避度	損失に対する回避度を示す7段階評価	3.79	3.07
Katz Bonacich 固有ベクトル中心性	村内のネットワークにおける中心性を示す指標	51.22	15.64
第1回・第2回 PAPRIZ Intro Pack の導入の有無	1=導入している、0=導入していない	0.22	0.41
第2回 PAPRIZ Intro Pack 導入の有無	1=導入している、0=導入していない	0.17	0.37
農業組織所属の有無	1=所属している、0=所属していない	0.12	0.32
信用制約の有無	1=信用制約がある、2=なし	0.2	0.4

## 第1項 確率的フロンティア分析(Stochastic Frontier Analysis)

はじめに確率的フロンティア分析を行う。確率的フロンティアは生産関数の推定を行い、それをもとに技術効率性の要因を分析する。確率的フロンティアモデルの特徴は通常の誤差項だけではなく、非効率性を表す非負の誤差項も含めて推定を行うことである。想定される生産関数が確率的に変動することを前提としているため、計量的に推定された生産関数からの乖離を用いて非効率性を測る。

<sup>19</sup> Ariary の略称

我々は Battese and Coelli(1995)や Costantin, Martin and Ribera(2009)らで用いられた SFA モデルを参考にして、確率的フロンティア分析を行う。まず生産関数を以下のように定義する。このとき、確率的フロンティアは、

$$Y_{it} = \exp(x_{it}\beta + u_{it} - v_{it}) = \exp(x_{it}\beta + v_{it})\exp(-u_{it}) \quad (3)$$

$i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T.$

$Y_{it}$  : 家計  $i$  の  $t$  時点の産出量

$X_{it}$  : 生産投入物価値とその他の説明変数ベクトル

$v_{it}$  : 正規分布  $N(0, \sigma)$  に従う確率変数

$u_{it}$  : 非負 ( $u \geq 0$ ) の正規分布  $N(Z_{it}\delta, \sigma_u^2)$  に従う確率変数 (技術非効率性を表す。)

$\beta$  : パラメータ

と表すことができる。

このとき、 $v$  と  $u$  は互いに独立している。また、 $v$  は確率的に起こりうる外的要因を表す誤差項で、 $u$  は生産の非効率性を表す誤差項である。

また、技術非効率性の効果  $u_{it}$  は (1) 式の確率的フロンティアモデルでは以下のように定式化される。

$$u_{it} = Z_{it}\delta + W_{it} \quad (4)$$

$Z_{it}$  : 技術的非効率性を説明する変数ベクトル

$W_{it}$  : 半正規分布  $HN(0, \sigma^2)$  に従う確率変数

$\delta$  : 未知の係数

$t$  地点の  $i$  家計の生産の技術的効率性 (Technical Efficiency : TE) は (3) 式の通りである。

$$TE_{it} = \exp(-u_{it}) = \exp(-Z_{it}\delta - W_{it}) \quad 0 \leq TE \leq 1 \quad (5)$$

$TE_{it}$ は0から1の間をとる技術的非効率性の水準であり、この数値が1であれば与えられた生産技術のもとで最も適した生産効率を実現している。また、 $TE_{it}$ が1よりも小さい場合、技術的非効率性が存在している。

以上より、マダガスカル農村のフロンティア生産関数の推定式は以下の通りになる。また、生産関数は両辺に対数をとっている。そして、本研究が用いるデータは一時点のデータのためパネル分析を行うことができない。そのためクロスセクションデータとし、 $t=1$ とする。

$$\ln(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{area}_i) + \beta_2 \ln(\text{labor}_i) + \beta_3 (\text{paprizintropack}_i) + \beta_4 \ln(\text{cost}_i) + v_i - u_i$$

$$u_i = \delta_0 + \delta_1 (\text{age}_i) + \delta_2 (\text{education}_i) + \delta_3 (\text{link}_i) + \delta_4 (\text{agrasso}_i) + \delta_5 (\text{borrowfriends}_i) \\ + \delta_6 (\text{mobilephone}_i) + \delta_7 (\text{hriskbet}_i) + W_i$$

以下に変数の詳細や使用した理由を述べる。

$Y_i$  : 米の1年間の生産量(kg)

稲作に従事している農家の米の生産量を使用した。

$\text{area}_i$  : 稲作を行っている農家の所有する農地面積(ha)

$\text{labor}_i$  : 耕作・田植え・除草・収穫をする労働人数(人)

$\text{cost}_i$  : 生産にあたって使用する労働費用や肥料、機械などのコスト(Ariary)

$\text{paprizintropack}_i$  : PAPRIZ Intro Packを導入したことがある=1 ない=0

PAPRIZ Intro Pack 第1期、第2期いずれかの導入経験があるか。

$age_i$  : 世帯主の年齢

世帯主の年齢が高ければ、村との他の農家と関わり、ネットワークが強いのではないかと推察し、この変数を用いた。

$education_i$  : 世帯主の教育年数

世帯主の教育年数が高いほど、新技術に対する関心度が高まるなど論理的な思考をもつことができ、正の効果があると考察した。

$link_i$  : 世帯主の村内で日常的に挨拶をする人数

2016年2月の調査で撮影をした村人の写真を用いて会話の頻度を質問した。1=顔も名前も知らない、2=顔は知っているが名前は知らない、3=顔も名前も知っているが話したことがない、4=月に1回話す、5=週に1回話す、6=2日に1回話す、7=毎日話すといった会話の程度を示す7段階の指標として定義した。本変数では、6または7の場合を1とし、それ以外を0としたダミー変数を作成し、世帯ごとの合計を変数として用いる。会話を毎日する人数が多いほど、沢山のひと話し、より良い情報を手に入れやすく、効率的な選択を行うことができると考え、この変数を使用した。

$agrasso_i$  : 農業組織所属の有無

1=農業組織に入っている、0=農業組織に入っていないというダミー変数を作った。農業組織に所属することで多くの農家との関わりを持ち、より正確な農業に関連した知識や情報を得ることで効率性があがると推察し、変数として用いた。

$borrowfriends_i$  : 10万 Ariary を借金することができる友人の数

10万 Ariary を借金できる友人が多いほどリスクの高い行動を選択でき、PAPRIZ を導入する可能性が高まるのではないかと考察した。さらにそのような人物がほかの農家と話し、効率的な普及を行うことで推測したためこの変数を使用した。

$riskbet_i$  : 世帯主のリスク選好度

リスク選好度を測るためにゲームを行った。(図 8 参照)被験者には実際に 2000Ariary を与え、図 8 の上部に書かれている額を賭けることができる。サイコロを使用し、その目に応じて倍率が決定する。この賭ける金額が小さければ小さいほど回避的である。PAPRIZ Intro Pack は収穫までに投入費用を返済する必要があるため、回避的であるほど新技術導入に対して消極的になり、リスク回避を好まない人物がより投入物を使用し、効率的な生産を行っていると考えられる。

$v_{it}$  : 正規分布  $N(0, \sigma^2)$  に従う変数

$u_{it}$  : 非負の正規分布  $N(Z_{it} \delta, \sigma^2)$  に従う確率変数

これは技術非効率性を表す。

Dice	Odds	0Ariary	400 Ariary	800 Ariary	1200 Ariary	1600 Ariary	2000 Ariary
	× 0	0 Ariary	0 Ariary	0 Ariary	0 Ariary	0 Ariary	0 Ariary
	× 0.5	0 Ariary	200 Ariary	400 Ariary	600 Ariary	800 Ariary	1000 Ariary
	× 1	0 Ariary	400 Ariary	800 Ariary	1200 Ariary	1600 Ariary	2000 Ariary
	× 1.5	0 Ariary	600 Ariary	1200 Ariary	1800 Ariary	2400 Ariary	3000 Ariary
	× 2	0 Ariary	800 Ariary	1600 Ariary	2400 Ariary	3200 Ariary	4000 Ariary
	× 2.5	0 Ariary	1000 Ariary	2000 Ariary	3000 Ariary	4000 Ariary	5000 Ariary

(図 8) リスク選好ゲーム (筆者作成)

## 第2項 操作変数プロビットモデル分析

PAPRIZ Intro Pack 導入決定には、内生性によって、説明変数の係数値にバイアスが生じると推測される。例えば、PAPRIZ Intro Pack 導入はネットワークに影響を与えるだけでなく、ネットワークが逆に PAPRIZ Intro Pack 導入の有無に影響を与えるという因果関係も考えられる。この問題を回避するためには、PAPRIZ Intro Pack 導入の有無にだけ影響し、ネットワークには影響しないような、操作変数を用いる必要がある。そこで PAPRIZ Intro Pack 導入の決定関数における操作変数として、1ヶ月間の礼拝出席回数を用いる。本稿では、内生性を考慮して、以下の推定式をとく。

$$Y_i = \gamma_0 + \gamma_1(nwkatz_i) + \gamma_2(education_i) + \gamma_3(ndebt_i) + \gamma_4(hlossswich_i) + \gamma_5(hmobile_i) + \gamma_6(riskbet_i) + \gamma_7(church_i) + v_i \quad (5)$$

以下に変数の詳細や使用した理由を述べる。

$Y_i$  : 第2回 PAPRIZ Intro Pack 導入の有無

1=導入している、0=導入していないとする。

$nwkatz_i$  : Katz Bonacich 固有ベクトル中心性

中心性が高いほど新技術に対する情報交換の機会が増えるのではないかと予測したためこの変数を用いる。

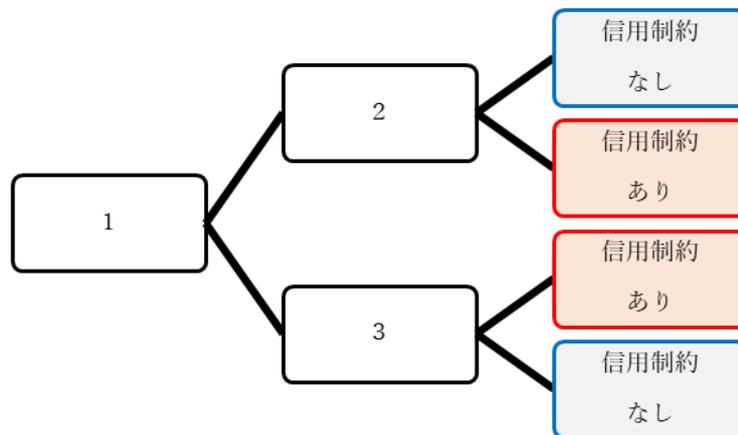
$education_i$  : 世帯主の教育年数

世帯主の教育年数が高ければ、より論理的な思考をもつことや新技術に関する情報への関心も増えるのではないかと考察し、この変数を使用した。

$ndebt_i$  : 信用制約の有無

1=信用制約あり、2=信用制約なしのダミー変数を作成する。ここで用いる信用制約とは、借りたいときにお金を借りることができなかった農家、借りたいときに借りることはできたが十分な額を借りることができなかった農家を指す。本研究では以下(図

9 参照)のように2段階の質問を行って信用制約の有無を計った。質問1から始まり、答えが「はい」ならば分かれ道の上へ、「いいえ」ならば下へ進む。質問は1:2016年8月から2017年7月は借りたいときにお金を借りることができたか、2:そのときに十分な額を借りることができたか、3:借りる必要があったかである。4つの終着点があり、信用制約の有無を決める。新技術を導入するにあたって、種子や灌漑などの初期投資がかかることから資金面での制約が負の相関があるのではないかと予測した。



(図 9)信用制約の説明図 (筆者作成)

$hlossswich_i$  : 世帯主の損失回避度(1~8 段階)

損失回避度を測るために、事前にルールを説明したうえでシミュレーションゲームを行った。内容は以下の通りである。AとBの2つの選択肢があり、Aを選択した場合1~10が書かれたカードを引く。1~5を引いた場合は12500Ariaryを得ることができ、6~10を引いた場合は反対に2000Ariaryを支払わなければならない。Bを選択した場合も同様に1~10が書かれたカードを引く。1~5を引いた場合は15000Ariaryを得ることができ、6~10を引いた場合は反対に10500Ariaryを支払わなければならない。なお、このゲームはシミュレーションであるため、実際のお金のやりとりは行っていない。このシミュレーションゲームを得られる金額、支払う金額を変えながら損失分は、Bを選ぶほうが多くなるような金額を設定し、最大7回繰り返す。AからBに切り替わった時点でゲームを終了する。Bに切り替わる時点が遅い人ほど損失回避的であるといえる。新技術を導入することは、今まで行ってきた農法を変えることであり、農家にとって収量が低下するなどの損失となることも起こりうる。よって、損失回避

的であれば、新技術導入に対して負の相関がみられると考えられる。以下(表 4 参照)は実際に行ったゲームを一部抜粋したものである。

(表 4) 損失回避ゲームの一例 (筆者作成)

No. 1			No. 2			No. 3		
選択肢	カードの数字	金額 (Ariary)	選択肢	カードの数字	金額 (Ariary)	選択肢	カードの数字	金額 (Ariary)
A	1~5	12500	A	1~5	500	A	1~5	500
	6~10	-2000		6~10	-2000		6~10	-4000
B	1~5	15000	B	1~5	15000	B	1~5	15000
	6~10	-10500		6~10	-8000		6~10	-5500

$hmobile_i$  : 世帯主が携帯電話を使う頻度 (1~5 段階)

農家の世帯主の携帯電話を使う頻度を表す変数。世帯主が携帯電話を使用する頻度が 1=毎日、2=週に 1 度、3=月に 1 度、4=月に 1 度未満、5=使わないとしている。使用頻度が高ければ、他の農民から携帯を用いてより正確な新技術の情報を得ることができると考えこの変数を使用した。

$riskbet_i$  : 世帯主のリスク選好度

確率的フロンティア分析で用いた変数と同じものを使用する。損失回避同様、回避的であるほど新技術導入に対して消極的になると考えられる。

$church_i$  : 礼拝の出席回数

PAPRIZ Intro Pack 導入の決定関数における操作変数として、1ヶ月間の礼拝出席回数をを用いる。

これらの変数の基本統計量を以下にまとめた。(表 5・表 6・表 7・表 8 参照)

(表 5) 基本統計量① (筆者作成)

変数	定義	単位	サンプル数	最小値	最大値
Area	稲作農地面積	ha	496	0.01	21
riceweight	米の生産量	kg	537	12	12000
Cost	総費用	Ariary	619	0	7807216
Labor	労働人数	人	619	0	6498
Age	世帯主の年齢	歳	610	0	90
education	世帯主の教育年数	年	604	0	16
talkfriends	日常的に会話する人	人	520	0	147
borrowfriends	10万Ar借りられる友人の数	人	562	0	104

(表 6) 基本統計量② (筆者作成)

変数	定義	0Ar (%)	400Ar (%)	800Ar (%)	1200Ar (%)	1600Ar (%)	2000Ar (%)
リスク回避度	リスク回避度を6段階の掛け金額で評価	0.9	22.2	14.6	10.8	7.1	44.3

(表 7) 基本統計量③ (筆者作成)

変数	定義	0 (%)	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)	5 (%)	6 (%)	7 (%)	8 (%)
hlosswitch	損失回避度を8段階で評価 9=最後までAを選択した		23.2	30.0	14.0	4.6	2.7	1.0	1.5	23.2
hmobile	携帯の使用頻度		16.9	4.8	3.0	3.3	72.0			

(表 8) 基本統計量④ (筆者作成)

ダミー変数	定義		サンプル数	1 (%)	0 (%)
paprizintropack	第1回・第2回 PAPRIZ Intro Pack の導入の有無	採用している=1 採用していない=0	622	21.9	78.1
paprizintropack2	第2回 PAPRIZ Intro Pack の導入の有無	採用している=1 採用していない=0	617	14.1	85.9
Agrasso	農業組織に加入しているかどうか	加入している=1 加入していない=0	622	11.7	88.3
Ndebt	信用制約の有無	信用制約がある=1 信用制約がない=0	622	20.3	79.7

## 第4節 分析結果

### 第1項 確率的フロンティア分析

分析結果を以下の表にまとめている。(表9・表10参照)

(表 9) 生産関数 (筆者作成)

対 生産量	係数	標準偏差	z 値	P>z	95%信頼区間	
労働人数	0.239	0.027	8.76	0.000*** <sup>20</sup>	0.185	0.292
農地面積	0.300	0.033	9.01	0.000***	0.234	0.365
PAPRIZ Intro Pack	0.177	0.080	2.22	0.026**	0.021	0.333
費用	-2. E-05	0.009	-0.02	0.980	-0.018	0.017
定数項	5.400	0.151	35.86	0. E+00***	5.102	5.692
lnsig2v						
定数項	-1.668	0.212	-7.87	0.000***	-2.082	-1.253

<sup>20</sup> \*\*\*, \*\*, \*はそれぞれ 1%、5%、10%での有意水準を示している。

生産量に影響のある変数は労働人数、農地面積、PAPRIZ Intro Pack 導入の有無であり、全て正に相関し有意だった。農地面積が正の関係で有意であり、この結果より規模の経済が働いていることを示す。さらに PAPRIZ Intro Pack は生産量をあげるために必要な新技術であることが分かる。また、定数の係数が高いことから他にも生産量に影響を及ぼす要因が存在することが考えられる。

(表 10) 技術非効率性の分析 (筆者作成)

対 生産数	係数	標準偏差	z 値	P>z	95%信頼区間	
世帯主の年齢	-0.001	0.007	-0.15	0.878	-0.015	0.013
教育年数	-0.026	0.314	-0.82	0.414	-0.087	0.036
日常的に会話する人数	0.004	0.031	1.38	0.168	-0.017	0.010
10 万 Ar を借金できる友人の数	-0.121	0.003	-1.97	0.049**	-0.241	-3. E-04
農業組織に加入しているか否か	-0.636	0.061	-1.84	0.065*	-1.311	0.040
携帯の使用頻度	-0.063	0.345	-0.90	0.367	-0.200	0.074
リスク回避度	-3. E-04	2. E-04	-1.92	0.055*	-0.001	6.530
定数項	0.500	0.605	0.83	0.408	-0.685	-1.685
sigma_v	0.434	0.460			0.353	0.535

また、技術非効率性において係数が正の場合非効率的であり、負の場合技術非効率性が下がるため効率的であるといえる。

本分析で 5%水準では 10 万 Ar を借金できる友人の数が有意になり、10%水準では農業組織に加入しているか否かとリスク回避度が有意になった。一方で日常的に会話する人数は有意性が得られず、我々の予想とは異なる結果であった。リスク回避度の掛け金額の数値が高くなる、つまりリスク回避度の低い農民ほど効率的ということが分かった。このことから PAPRIZ Intro Pack は収穫後に投入費用の返済を行う必要があるため、新技術導入の効果が低い場合損益を出す恐れがあり、リスク回避度の高い農家は効率性を上げる機会があったとしてもリスクを恐れ生産性の低い状態が続くということが示唆される。実際に PAPRIZ Intro Pack を導入している農家の効率性は導入していない農家よりも高いことからリスク回避度の低い農家は効率的であることが言えるだろう。(表 11 参照)

(表 11)PAPRIZ Intro Pack 導入有無における技術効率性の差 (筆者作成)

技術効率性	平均
PAPRIZ Intro Pack 導入有	0.60
PAPRIZ Intro Pack 導入無	0.57

また、日常的に会話をする人数では有意にならなかった一方で 10 万 Ar を借金することが可能な友人の数が負の関係で有意性があつた結果から、ネットワークのリンク数を増やすことではなく、1 人 1 人との関係性を深くする、あるいは各ネットワークの質の向上を図ることでより技術効率性は上昇すると考えられる。さらに、農業組織所属の有無が負の関係で有意である結果から、農業組織が正常に機能していることが分かる。

続いて、分析結果で農業組織ダミーの係数は他の変数と比べ大きいことから農業組織の効率性に着目し、農業組織に加入している農家と加入していない農家の効率性をそれぞれ単純平均した。(表 12 参照) 農業組織に加入している農家は未加入の農家と比較して約 10%技術効率性が高いことが分かる。この結果から農業組織というネットワークに所属することでより PAPRIZ Intro Pack といった新技術などの正しい情報を得ることができるということが考えられる。以上を踏まえ、農業組織における農家同士のネットワークの質の向上を目指すことで技術効率性が高まると推察する。

(表 12)農業組織加入の有無における技術効率性の差 (筆者作成)

技術効率性	平均
農業組織加入	0.66
農業組織未加入	0.57

## 第 2 項 操作変数プロビット分析

(表 13) 第 2 回 PAPRIZ Intro Pack の導入要因 (筆者作成)

	係数	標準偏差	z 値	P>z	95%信頼区間	
第 2 回 PAPRIZ Intro Pack 導入の有無						
信用制約	-1.092	0.611	-1.79	0.074*	-2.289	0.106
Katz-Centrality	-0.138	0.079	-1.74	0.082*	-0.029	0.017
携帯電話使用頻度	0.283	0.207	1.37	0.17	-0.122	0.689
世帯主の教育年数	0.01	0.06	1.67	0.094*	-0.017	0.215
世帯主の年齢	0.012	0.013	0.9	0.368	-0.014	0.037
損失回避	0.05	0.06	0.83	0.406	-0.068	0.168
リスク選考	-7. E-05	3. E-04	-0.29	0.773	-0.001	-6. E-03
定数項	3.923	3.41	1.15	0.249	-2.759	10.911

説明変数のうち 10%で有意であったのは Katz-Bonacich Eigenvector centrality、携帯電話使用電話頻度、世帯主の教育年数が有意という結果が得られた。(表 13 参照) 分析前の予想とは異なり、ネットワーク中心性が高い人ほど、PAPRIZ Intro Pack を導入しにくいという結果が得られた。第 2 回 PAPRIZ Intro Pack の普及時にて、村長のネットワークを使用した。上述の結果が得られた理由として、村長ネットワークはネットワーク中心性が高い農家と十分につながっていなかったために、第 2 回 PAPRIZ Intro Pack 普及時では、村内においてネットワーク中心性が高い農家にアプローチが十分にできない非効率的な普及方法を実施していたことが考えられる。JICA は PAPRIZ Intro Pack の導入促進及び稲作技術向上のために各村から選出された数名の農家に対して、研修を実施している。その選出方法は挙手制や村民や村長による推薦など、村によって異なる。このことから実施している研修制度においても、ネットワークの中心性が高い農家をターゲットとした効率的な普及活動ができていない可能性があるといえる。故に、村内のネットワーク中心性の高い農家にアプローチすることが、PAPRIZ Intro Pack 普及に必要不可欠となるだろう。これは政策提言につなげることとする。

世帯主の教育年数と信用制約については、予想どおり教育年数が高く、信用制約が低い人ほど、第 2 回 PAPRIZ Intro Pack を導入しやすいという結果が得られた。

内生変数の外生性に関する Wald 検定は、有意水準 5%で帰無仮説を棄却しており、第 2 回 PAPRIZ Intro Pack 導入の有無の変数の内生性が確認された。F 検定においては、有意水準 5%で、係数がゼロであるという帰無仮説を棄却した。これにより、1 ヶ月の礼拝の出席回数は操作変数として妥当であるといえる。

## 第4章 政策提言

---

### 第1節 マダガスカルにおける PAPRIZ Intro Pack 普及の重要性

まず政策提言を行う前に、日本にとってマダガスカルにおける PAPRIZ Intro Pack の普及がなぜ重要かを述べる。

JICA は、2008 年に CARD イニシアティブを立ち上げ、10 年後の 2018 年までにアフリカの米の生産量を 1,400 万 t から 2,800 万 t に倍増する目標の達成に向けて、我が国の品種開発や米栽培に関する技術を生かし、米の増産支援を行っている。また、TICAD VIにて締結されたナイロビ宣言では、アフリカの農業開発に関して、持続可能な方法による生産性の向上や、国家、地域及び世界をつなぐバリューチェーンを構築することで、採取産品と農産品などの主要産品の質を向上し、付加価値を高めることを推進していくとしている。なお、日本が TICAD VI時に表明した、アフリカ支援パッケージが、引き続き実施されている。このように、日本はアフリカの開発を先導しており、特に米の栽培技術において比較優位を持っている。

IMF 国際通貨基金の 2017 年 10 月時点の推計結果によると、アフリカの人口増加と共に、マダガスカルでも同様に人口増加が起きている。それに伴って、食糧需要も増加している。つまり、マダガスカルでは米を主食としているため、米に対する需要も今後増えると予測できる。しかし、マダガスカルでは稲作人口が多いにも関わらず、米の消費量の約 10%を輸入に頼っている現状であることは先にも述べた通りである。農村から都市へのアクセスの悪さや生産性の低さから、増加し続けている米の需要に供給が追いついていない。

このように、日本が国策として、アフリカの農業に関する開発を先導しており、マダガスカルにおける米の自給率が低く、人口増加により食料需要が増加しているとい

うことから、JICA が独自開発したパッケージである PAPRIZ Intro Pack 導入により米の収量を上げることは、マダガスカルにおける農家の所得及び食料自給率を増大させ、マダガスカルの発展にも寄与するとともに、日本のアフリカにおける農業開発支援のプレゼンスを高めるだろう。これを踏まえて、米の収量増大及び PAPRIZ Intro Pack 普及の促進に関する政策提言を述べていく。

## 第 2 節 政策提言の方向性

分析では、マダガスカル国 Bongolava 県における 8 村 621 世帯を対象とした調査データを基に、稲作における技術効率性及び第 2 回 PAPRIZ Intro Pack の導入要因を検証した。確率的フロンティア分析では、情報の量ではなく、情報の質が技術効率に関係しており、農業組織に加入している農家ほど効率的に稲作を行っているという結果が得られた。操作変数プロビット分析では、第 2 回 PAPRIZ Intro Pack の普及にて、村長ネットワークを使用し、ネットワーク中心性の高い農家にアプローチすることができなかつたため、非効率な普及方法になっていたことが明らかとなった。

PAPRIZ を導入したことのある農家を対象に、PAPRIZ に関する計 4 問の選択問題のテストを行ったが、0 問正解が 65.5%、1 問正解が 6.1%、2 問正解が 13.5%、3 問正解が 9.5%、全問正解が 5.4%と非常に正答率が低い結果となった。また、問題の正答数と米の生産量の関係(表 14 参照)を見てみると、正答数が多い農家ほど米の生産量が多いということが分かった。

(表 14) PAPRIZ の実施方法に関する問題の正答数別米の生産量の関係 (筆者作成)

正答数	生産量
0	892.61kg
1	772.22kg
2	1385.56kg
3	2378.75kg
4	3481.86kg

これらの結果から、ネットワーク中心性の高い農家に対して、PAPRIZ Intro Pack の効率的な普及の促進を行い、導入者の PAPRIZ の実施方法に関する理解度が向上すれば、PAPRIZ Intro Pack 導入者が増加するとともに、導入農家の収量増加がさらに望めるといえる。そこで、調査及び分析で明らかとなった課題を改善するため、以下の 3 つの政策提言を行う。

- I. 各村農業組織の機能強化
- II. ネットワーク中心性の高い農家をターゲットとした普及
- III. PAPRIZ 実施方法に関する理解の向上

## 第 3 節 政策提言 I 各村農業組織の機能強化

### 【概要】

米の収量増加及びより効率的な PAPRIZ Intro Pack の普及を実施するために、「各村農業組織の機能強化」を提言する。村でのポスター配布による農業組織の広報及び集会の予告を行うことによって、認知度の向上を図り、また農業組織に加入することによって、JICA が行っている研修に選抜されやすくなるという加入インセンティブを付与し、農業組織の加入促進を行う。加えて、農業組織加入者の把握及びより効率的な PAPRIZ Intro Pack 普及のために、農業組織加入者リストの作成を行う。

### 【内容】

調査対象地域において米の収量増産をするためには、農業組織の加入促進を行うこと、PAPRIZ の実施方法を改善することが必要であることが明らかとなった。また、より効率的な PAPRIZ Intro Pack 普及のために、村内ネットワーク中心性の高い農家に対し、アプローチすることが必要であると考えられる。そこで、これらの課題を克服するため、農業組織に関する 2 つの政策を提言する。

## (1) 各村農業組織の加入促進

確率的フロンティア分析において、農業組織に加入していることにより、技術効率性が約 10%高まるという結果が得られたことから、農業組織の加入促進政策を提言する。現在の農業組織加入者割合（表 15 参照）は、どの村も加入率は低い。聞き取り調査では、どの村も 70%以上の農家が、村に農業組織がある場合、加入したいと答えた。この結果から、農業組織が村にあるにも関わらず、存在を知らないか、アプローチの方法がわからない農家が多いことがわかる。

そこで、農業組織の認知度を向上させ、参加を促進するためにポスター作成、集会の予告、農業組織の中からの JICA 研修の選抜を行う。我々が調査開始する前日に調査協力のチラシを配布した結果、多くの村民にその情報が広まり、調査に対しても協力的になった。このことから、村の情報はポスターを配布することによって、既存農業組織の認知度が向上すると考えられる。また、各村独自の農業組織では月に 1 回集会が行われている。農業組織の集会の日時を村の掲示板や教会にて予告し、参加できるようにする。また、農業組織に参加するインセンティブをさらに生み出すために、農業組織参加者は JICA が行っている研修に選抜されるようにする。

農業組織の加入を促進することにより、稲作に関する技術効率性が向上し、米の収量増加が望める。また村内ネットワーク中心性の高い農家の加入が増加することにより、農業組織内での PAPRIZ Intro Pack の普及がより効果的になるといえる。

(表 15) 村別農業組織加入者及び加入希望者割合（筆者作成）

	農業組織加入者割合 (%)	農業組織加入希望者割合 (%)
Ambihimahavelona 村	7.1	92.1
Amboitrakely 村	25.4	84.0
Ampararano 村	4.1	95.2
Antaniditra 村	13.9	84.6
Andorandvelone 村	14.8	96.2
Antananambao 村	8.1	78.8
Ambohipeno 村	9.1	87.1
Ampizarantany 村	14.2	90.8

## (2) 農業組織加入者リストの作成

農業組織のリーダーに聞き取り調査を行った際、農業組織の加入者を把握していなかった。そこで、農業組織加入者リストの作成を提言する。具体的には、顔写真、年

齢、栽培作物、PAPRIZ の導入の有無を項目として採用する。これにより農業組織の加入者を把握することで、効率的に PAPRIZ Intro Pack の普及及び研修制度の選抜を実施することができる。農業組織加入者リストから、PAPRIZ Intro Pack の未返済農家を特定することが可能になるため、第 2 回 PAPRIZ Intro Pack における集金課題を改善する効果も期待される。

## 第 4 節 政策提言Ⅱ ネットワーク中心性の高い農家をターゲットとした普及

### [概要]

政策提言Ⅰの農業組織の機能強化を受けて、農業組織を活用した効率的な普及方法に関する 2 つの提言を行う。まず、1 つ目にネットワーク中心性の高い農家の特定、2 つ目に研修制度における選抜方法の統一を実施する。

### [内容]

操作変数プロビット分析により、2015 年から「コメ生産性向上・流域管理プロジェクトフェーズ 2」として、映画・DVD を利用した広報活動や PAPRIZ Intro Pack の配布など広報・普及活動を重点的に行っているのにも関わらず、ネットワークの中心性の高い農家に普及することができていないことが明らかとなった。そこで、ネットワーク中心性の高い農家に対する普及を行うために、以下(1)、(2)を提言する。

#### (1) ネットワーク中心性の高い農家の特定

PAPRIZ Intro Pack の効率的な普及を実施するために、ネットワーク中心性の高い農家を特定する。本研究のように、村内におけるネットワーク中心性の高い農家を特定するには、聞き取り調査を行う必要があり、初期費用が大きくなってしまふ。しかし、機能強化した農業組織を利用することで、その初期費用を大幅に削減できる。ネットワーク中心性の特定には、先ほど提言した農業組織加入者リストの顔写真を用

いる。農業組織加入者の顔写真を見せ、その農家との日常的に会話をする頻度、農業に関する情報交換をする頻度の聞き取り調査を行う。その結果を踏まえ、農業組織におけるネットワーク中心性の高い農家を特定する。これにより、効率的な PAPRIZ Intro Pack の普及が可能となる。

#### (2) 研修制度における選抜方法の統一

現在、JICA は PAPRIZ Intro Pack の導入促進及び稲作技術向上のためにプロジェクト対象地域の各村の選出された農家に対して、PAPRIZ に関する研修を実施している。しかしながら、その選出方法は挙手制や村民や村長による推薦など、村によって異なり、JICA はネットワーク中心性の高い農家に上手くアプローチができていない。そこで、PAPRIZ Intro Pack の普及をより促進するために、ネットワーク分析で明らかとなったネットワーク中心性の高い農家を選抜し、研修を実施する。ネットワーク中心性の高い農家を選抜することにより、より効果的に PAPRIZ Intro Pack 及び PAPRIZ 技術の普及することが可能となる。

## 第 5 節 政策提言Ⅲ PAPRIZ 実施方法に関する理解の向上

### 【概要】

PAPRIZ 実施方法に関する理解の向上により、更なる米の収量増加を図るために、PAPRIZ の実施方法に関するマニュアルの改定及び農業組織における PAPRIZ 実施方法に関するテストの実施を提言する。

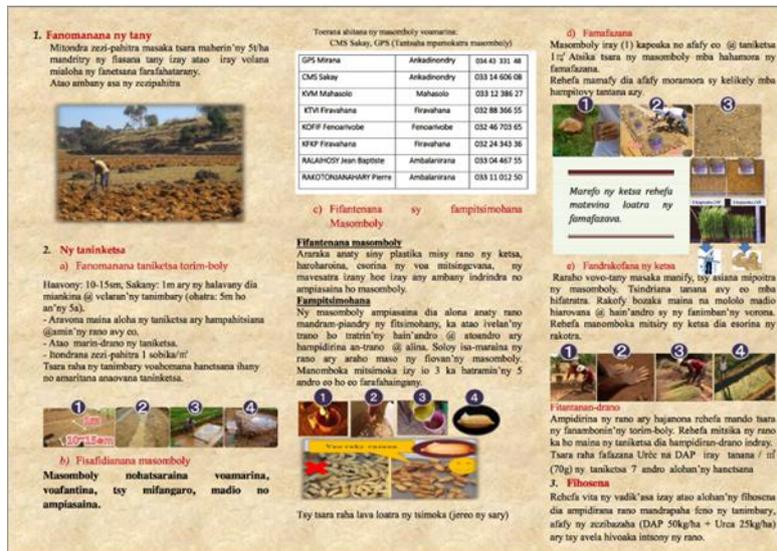
### 【内容】

第 2 節で述べたように、PAPRIZ 実施方法に関するテストの正答数がかかなり低く、正しい稲作方法で実施されていないことが明らかとなった。また、PAPRIZ 実施方法に関する問題の正答数別米の生産量（表 13 参照）を見てみると、正答数が多い農家ほど、米

の生産量が多いという結果になった。肥料を全く使ったことのない土地に PAPRIZ Intro Pack の肥料を使用し、生産量が劇的に増加することは当然である。現在は、肥料の投入量だけで生産量に差がでており、さらに生産量をあげるためには、知識や技術などで賄える部分を改善しなければいけない。そこで、以下(1)、(2)を述べる。

(1)PAPRIZ の実施方法に関するマニュアルの改定

本調査により、PAPRIZ 導入者の実施方法に関する理解度は非常に低いことがわかった。PAPRIZ Intro Pack は、肥料、種子、マニュアル（図 10 参照）が入っているが、本調査で行った問題の正答率が低かったことから、マニュアルが読まれていない、もしくは理解されていないことが分かった。このことから、マニュアルの改定を提言する。現在のマニュアルは、各工程の作業風景の写真とともに説明しているが、未だに文字が多く、分かりにくい内容となっている。情報が多いために、正しい PAPRIZ の実施方法を理解することができてないと考えられる。そこで、工程ごとのイラストをさらに増やし、文字数を減らすことで、より簡単に理解できるようにする。農耕マニュアルを改定し、PAPRIZ 実施方法に関する理解の向上を図ることにより、さらなる生産量の増加が期待される。



(図 10) パンフレット : Bongolava 県技術パッケージ (JICA 「PAPRIZ 技術普及用教材」より引用)

## (2) 農業組織における PAPRIZ 実施方法に関するテストの実施

JICA から直接指導を受けていない農家には誤った方法が伝わる可能性が高い。実施方法に関する理解の向上を図るには、まず JICA が導入農家はどの実施方法を理解できていないのかを把握することが重要である。そこで、農業組織を利用し、テストを年に 1 度実施する。これにより、現在実施している研修制度及び PAPRIZ 実施方法に関するマニュアルの評価を行い、それを踏まえ、実施方法に関する理解不足の課題を定期的に改善することができる。

## 第 6 節 政策の効果及び実現可能性

提言 I によって、農民の各村農業組織の加入促進によって、稲作に関する技術効率が向上し、米の収量増加が望める。農業組織加入者リストの作成により、第 2 回 PAPRIZ Intro Pack における集金の問題を改善することができる。農業組織内での PAPRIZ Intro Pack の普及がより効果的になる。

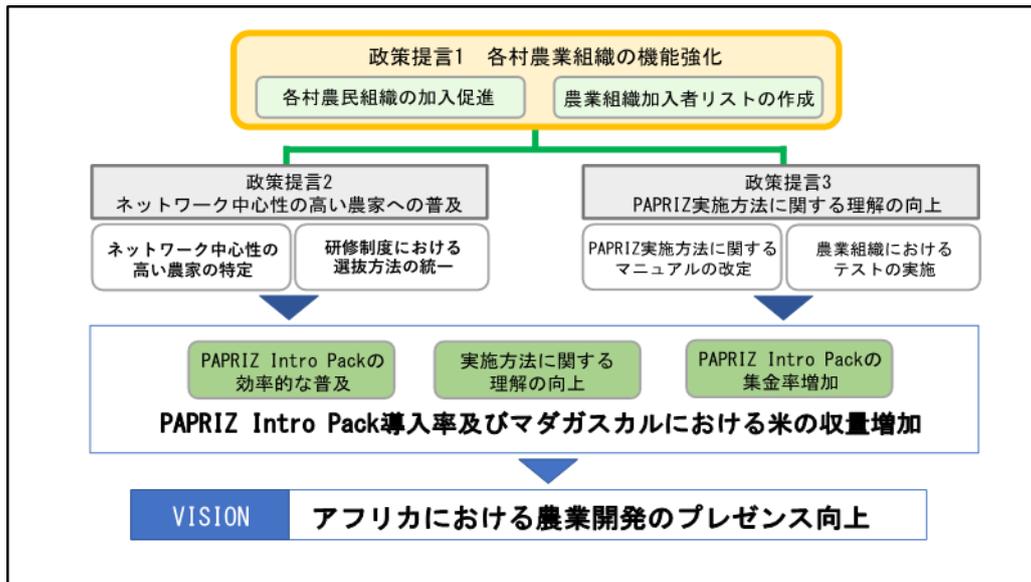
提言 II によって、機能強化した農業組織におけるネットワーク中心性の高い農家を特定し、ネットワークの中心性の高い農家を研修制度に選抜することが可能となり、より効果的な PAPRIZ Intro Pack 及び PAPRIZ 技術普及が実施される。

提言 III によって、PAPRIZ 実施方法に関する理解の向上により、米の収量増加が促進される。

以上で提言した政策により、より効果的に PAPRIZ Intro Pack の導入が促され、マダガスカルにおける米の収量増加が図られることから、マダガスカルにおける貧困削減につながるといえる。マダガスカルにおいて全体の 8 割が農業を営んでいることから、稲作農家の収量が増加すれば、マダガスカルの貧困削減につながる。さらに CARD イニシアティブの中の「アフリカの米の生産量を 1,400 万 t から 2,800 万 t に倍増する」という目標の達成の一助となり、本稿のビジョンである「アフリカにおける農業開発のプレゼンス向上」が達成される。(図 11 参照)

我々は、JICA が 2015 年から実施している「コメ生産性向上・流域管理プロジェクトフェーズ 2」に協力し、調査及び分析を行った。既に本研究成果をマダガスカルの農業

省に提示しており、農業省は政策実施に協力の意向を示している。特に、各村農業組織の機能強化について興味を示している。また、既存農業組織及び研修制度を利用した提言であることから、コスト面においても当該政策は優れている。加えて、効率的な普及及び PAPRIZ 実施方法に関する理解の向上、農業組織の加入者リスト作成による PAPRIZ Intro Pack 返済管理により、JICA は現在のプロジェクト課題を大幅に改善することができる。これらのことから、本政策の実現可能性は高いといえる。



(図 11) 政策提言のスキーム (筆者作成)

## 第5章 おわりに

---

本稿では、アフリカにおける農業開発のプレゼンスが向上することを目的とし、稲作農家の生産効率及び PAPRIZ Intro Pack の導入要因に着目した。マダガスカルの主食は米であり、日本人の約2倍もの米を消費するが、生産性が低く、災害により国内生産量が変動しやすいことから、米の消費量の約10%は輸入に頼っている。また、JICAが推し進めている「コメ生産性向上・流域管理プロジェクトフェーズ2」では、米の収量増大効果のある PAPRIZ Intro Pack の広報・普及活動を重点的に行っているにも関わらず、導入率は依然として低い。そこで、稲作農家の生産性及び PAPRIZ Intro Pack の導入率が低いことを問題意識とし、稲作における技術効率性を確率的フロンティア分析によって検証し、PAPRIZ Intro pack の導入要因を操作変数プロビット分析によって検証した。

まず、農家の技術効率に関して明らかになったことは、稲作において情報の量ではなく、情報の質が生産に影響することということだ。農業組織に加入している農家ほど効率的に生産を行っていることが明らかとなった。2つ目に第2回 PAPRIZ Intro Pack の普及では村長ネットワークを使用したがる、ネットワーク中心性の高い農家にアプローチすることができなかつたため、非効率な普及方法になっていることが明らかになった。分析を元に、PAPRIZ Intro Pack の課題である低い集金率及び非効率的な PAPRIZ Intro Pack の普及、PAPRIZ の実施方法に関する理解不足を改善する政策を提言した。

本研究の課題を述べる。調査において、我々は各世帯の位置情報を記録した。その位置情報データを用いて、各世帯間の距離を抽出することができる。新技術の導入要因分析において各世帯間の距離を考慮することは重要である。位置情報データを基に、PAPRIZ Intro Pack の導入要因分析に取り組むことを今後の課題としたい。

最後に、本研究を進めるにあたってご指導いただいた栗田匡相先生、マダガスカルの農村調査において協力して下さった羽原隆造様をはじめとした PAPRIZ 及び JICA の方々には多くの有益で貴重なご示唆をいただいた。また、通訳をして下さった

Antananarivo 大学の学生の皆様、そして調査を快く引き受けてくださった農村の方々にご協力を賜った。ここに感謝の意を評する。本研究が、アフリカにおける農業開発のプレゼンスの向上を目指すうえでの一助となることを願い、本稿を締めくくる。

# 先行研究・参考文献

---

## 主要参考文献

- Acemoglu, D. (2009) “Introduction to Modern Economic Growth. Princeton.” *NJ: princeton university press.*
- Bandiera O, Rasul I. (2006) “SOCIAL NETWORKS AND TECHNOLOGY ADOPTION IN NORTHERN MOZAMBIQUE.” *Economic Journal*, 116, pp.869-902.
- Battese, G. E., T. J. Coelli (1995) “A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data” *Empirical Economics*, 20, pp.325-332.
- Broeck, K., S, Dercon. (2011) “Information Flows and Social Externalities in a Tanzanian Banana Growing Village.” *Journal of Development Studies*, 47(2), pp.231-252.
- Conley, T. G., & C Udry, (2010) “Learning about a New Technology : Pineapple in Ghana.” *American Economic Review*, 100(1), pp.35-69
- Costantin, P. D., Diogenes Leiva Martin, Edward Bernard Bastiaan de Rivera Y Rivera (2009) “Cobb-Douglas, Translog Stochastic Production Function and Data Envelopment Analysis in Total Factor Productivity in Brazilian Agribusiness” *Journal Of Operations And Supply Chain Management*, 2, pp20-34.
- Foster, A. D., & M. R. Rosenzweig (1995) “Learning by Doing and Learning from Others : Human Capital and Technical Change in Agriculture.” *Journal of Political Economy*, 103(6), pp.1176-1209.
- Jeremy G. Weber (2012) “Social learning and technology adoption: the case of coffee pruning in Peru” *Agricultural Economics*, 43, pp.73-84.
- Sipiläinen, T. & Alfons Oude Lansink (2005) “LEARNING IN ORGANIC FARMING - AN APPLICATION ON FINNISH DAIRY FARMS” *Paper for the XIth Congress of*

*the EAAE (European Association of Agricultural Economists)*, Copenhagen, Denmark

- Magnan, N., Spielman, D. J., Lybbert, T. J., & Gulati, K., (2015)  
“Leveling with friends: Social networks and Indian farmer’ s demand for a technology with heterogeneous benefits.” *Journal of Development Economics*, Vol.116, pp.223-251.
- Munshi, K., (2004) “Social learning in a heterogeneous population: technology diffusion in the Indian Green Revolution” *Journal of Development Economics*, 73, pp.185-213.
- Munshi, K., (2011) “Strength in Numbers: Networks as a Solution to Occupational Traps” *Review of Economic Studies*, 78, pp.1069-1101.

## 引用文献

- 外務省「サブサハラ・アフリカ地域に対する我が国 ODA 概要」  
(<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/files/000247508.pdf#page=469>)  
2017/10/26 データ取得
- 外務省「サブサハラ・アフリカと鉱物資源(日本外交と資源安定供給の確保) セミナー開催について」  
([http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/commodity/mine\\_seminar/0803\\_gh.html](http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/commodity/mine_seminar/0803_gh.html))  
2017/10/23 データ取得
- 外務省「持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」  
(<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/files/000270588.pdf>) 2017/10/25 データ取得
- 外務省「政府開発援助(ODA) 国別データ集 2016」  
(<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/shiryo/kuni.html>)  
2017/10/25 データ取得
- 外務省「対マダガスカル共和国 事業展開計画」

- (<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/files/000191962.pdf>) 2017/9/28 データ取得
- ・ 外務省「日本の対アフリカ外交」(<http://ab-network.jp/wp-content/uploads/2013/11/431bf4b1b2c7feaab2a051c8e9521115.pdf>) 2017/10/28 データ取得
  - ・ 外務省「マダガスカル共和国基礎データ」(<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/madagascar/data.html>) 2017/10/28 データ取得
  - ・ 外務省「TICADVIにおける我が国取組」(<http://www.mofa.go.jp/mofaj/files/000183834.pdf>) 2017/10/23 データ取得
  - ・ 梶木信幸「マダガスカルにおける コメ生産性向上の課題」(<http://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/jsri/meetings/130808/130808kabaki.pdf>) 2017/9/28 データ取得
  - ・ 栗田 匡相 「途上国における社会ネットワークの分析：マダガスカルにおける農業新技術採択の事例から」（2017/9/16 に開催された 2017 Japan Stata Users Group Meeting 配布資料）
  - ・ 国際連合広報センター「国連ミレニアム開発目標報告 2015」(<http://www.unic.or.jp/files/e530aa2b8e54dca3f48fd84004cf8297.pdf>) 2017/9/24 データ取得
  - ・ 国際連合広報センター「持続可能な開発目標 SDGs とは」([http://www.unic.or.jp/activities/economic\\_social\\_development/sustainable\\_development/2030agenda/](http://www.unic.or.jp/activities/economic_social_development/sustainable_development/2030agenda/)) 2017/10/23 データ取得
  - ・ 独立行政法人経済産業研究所「アフリカ経済の現状と日本の対応」(<http://www.rieti.go.jp/jp/events/bbl/14022701.html>) 2017/10/23 データ取得
  - ・ 櫻井武司「サブサハラ・アフリカのコメ需給動向と政策課題」(<http://www.nohken.or.jp/18sekai-kome/18-4-1sakurai2012.pdf>) 2017/10/26 データ取得
  - ・ 世界銀行(2008)『世界開発報告 2008 開発のための農業』一灯舎

- ・ 横山繁樹 櫻井武司 (2014) 「稲作技術研修の参加要因と研修効果-マダガスカル中央高地における SRI の事例」 農業経営研究 Vol.52 No.3 pp. 83-88.
- ・ JICA 「アフリカ稲作振興のための共同体」  
([https://www.jica.go.jp/activities/issues/agricul/pdf/02\\_gaiyo.pdf](https://www.jica.go.jp/activities/issues/agricul/pdf/02_gaiyo.pdf))  
2017/10/24 データ取得
- ・ JICA 「稲作大国マダガスカルに革命を」  
([https://www.jica.go.jp/topics/news/2013/20130906\\_01.html](https://www.jica.go.jp/topics/news/2013/20130906_01.html)) 2017/10/24 データ取得

## データ出典

- データ取得
- ・ 総務省統計局(2017) 「平成 28 年度産作物統計」  
(<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001173263>) 2017/9/24 データ取得
- ・ Food and Agriculture Organization of the United Nations, “FAOSTAT”  
(<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>) 2017/10/28 データ取得
- ・ Google map  
(<https://www.google.co.jp/maps/@-18.7625394,46.0874413,7808m/data=!3m1!1e3>) 2017/10/31 データ取得
- ・ JICA 「持続可能な開発目標 (SDGs) と JICA の取り組み」  
(<https://www.jica.go.jp/aboutoda/sdgs/index.html>) 2017/10/24 データ取得
- ・ JICA 「政府開発援助 (ODA) 国別データ集 2016」  
([http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/press/shiryo/pagelw\\_000019.html#section7](http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/press/shiryo/pagelw_000019.html#section7)) 2017/10/26 データ取得
- ・ JICA 「農業開発/農村開発 JICA の取り組み」  
(<https://www.jica.go.jp/activities/issues/agricul/approach.html>)  
2017/10/26 データ取得
- ・ JICA 「農業開発/農村開発」  
(<https://www.jica.go.jp/activities/issues/agricul/index.html>) 2017/10/28 データ取得

- JICA 「貧困プロフィール マダガスカル」  
([https://www.jica.go.jp/activities/issues/poverty/profile/ku57pq00001culnq-att/mad\\_2012\\_Jreport.pdf](https://www.jica.go.jp/activities/issues/poverty/profile/ku57pq00001culnq-att/mad_2012_Jreport.pdf)) 2017/10/28 データ取得
- JICA 「マダガスカル共和国 中央高地コメ生産性向上プロジェクト 終了時評価調査報告書」  
([http://open\\_jicareport.jica.go.jp/pdf/12183877.pdf](http://open_jicareport.jica.go.jp/pdf/12183877.pdf)) 2017/10/28 データ取得
- JICA 「事業事前評価表」  
([https://www2.jica.go.jp/ja/evaluation/pdf/2014\\_1402570\\_1\\_s.pdf](https://www2.jica.go.jp/ja/evaluation/pdf/2014_1402570_1_s.pdf))  
2017/10/28 データ取得
- JICA 「PAPRIZ 技術普及用教材」  
([https://www.jica.go.jp/project/madagascar/0700698/materials/ku57pq00001ynvxh-att/technical\\_package\\_09.pdf](https://www.jica.go.jp/project/madagascar/0700698/materials/ku57pq00001ynvxh-att/technical_package_09.pdf)) 2017/11/1 データ取得
- THE WORLD BANK “PovcalNet”  
(<http://iresearch.worldbank.org/PovcalNet/povDuplicateWB.aspx>)  
2017/10/28 データ取得
- THE WORLD BANK 「貧困の撲滅には経済成長だけでは不十分、と世界銀行グループ」  
(<http://www.worldbank.org/ja/news/press-release/2014/04/10/ending-poverty-requires-more-than-growth-says-wbg>) 2017/10/31 データ取得