

技術革新は女性の労働をどう変えたか？ ——ノルウェーにおける長期的影響の検証

Ager, Philipp, Marc Goñi and Kjell G. Salvanes (2026) "Gender-Biased Technological Change: Milking Machines and the Exodus of Women from Farming," *American Economic Review*, Vol. 116, No. 1, pp. 246-286.

神戸大学大学院博士課程後期課程 孔 令琪

1 はじめに

技術革新が労働市場に与える影響は、これまで主として全要素生産性（TFP）の上昇や、高技能労働に有利に働くスキル偏向的技術進歩（SBTC）の観点から議論されてきた。しかし、技術進歩は男女の相対的生産性を変化させることを通じて、労働需要や賃金構造にも影響を及ぼし得る。本稿で紹介する論文は、このような性別偏向的技術進歩（GBTC）の一事例を検討するものである。

ノルウェーの酪農では、手作業による搾乳が主として若年未婚女性によって担われていた。1951年に政府が農業機械の輸入制限を撤廃すると、ミルクマシンは急速に普及した。同時期に、女性の農業雇用は約80%減少した。伝統的農業には強い性別役割分業が存在し、機械化は男性の雇用にも影響したが、男性には林業や建設業など地域内での代替的就業機会があった。さらに、長男優先の相続制度の下では農場にとどまるインセンティブも強かった。これに対し、女性は都市部の専門職・事務職に比較優位を持ち得たにもかかわらず、移住には高い社会的費用が伴い、労働力が生産性の低い部門に滞留する配置の非効率（misallocation）が生じていた可能性がある。本研究は、このような性別偏向的技術進歩が20世紀ノルウェーにおける女性労働に与えた影響を検討する。

2 データと分析手法

本研究は、複数の行政データを個人レベルで接続した大規模パネルデータを用いて分析を行っている。対象は1930年から1970年の間に16歳から25歳であった農村出身の約72万5千人の男女である。中央人口登録、税務・所得登録、教育登録、国勢調査を結合することで、所得、就業、教育、出生といった長期的成

果を追跡している。さらに、1929年から1969年の農業センサスを用いて、自治体ごとのミルクマシンの導入状況を把握している。個人が同一の登録番号によって一意に識別できるため、若年期に経験した農業技術ショックが中年期の成果に与える影響を検証できる点

が、本データの大きな特徴である。

識別戦略としては、ミルクマシンへの曝露度（exposure measure）を操作変数として構築し、二段階最小二乗法（2SLS）により因果効果を推定している。曝露度は、全国レベルでの農場あたりのミルクマシン数として表される技術導入の進展度と、1930年時点における各自治体の農場あたり乳牛数で測った酪農の集約度を掛け合わせて定義される。全国的な技術普及という外生的変化と、地理的に決定された初期条件を組み合わせることで、各自治体が受けた技術ショックの大きさを捉えている。第一段階で内生変数である自治体レベルのミルクマシン普及度を推定し、第二段階でその推定値を用いて個人の長期的成果への影響を識別している。

この研究では、結果が本当に因果関係を示しているかを確かめるため、さまざまな方法で検証を行っている。まず、LASSO法により、ミルクマシンの採用率と相関する可能性のある1930年時点の自治体特性を23個の候補コントロール変数から選別した結果、重要なのは人口あたり農場数、改良農地の割合、大農場と小農場の比率の3つだけであることが分かった。さらに、乳牛密度をランダムに入れ替える検定では同じ結果が得られず、分析に用いた指標が外生的であることが支持された。また、ミルクマシン普及前の国勢調査データやイベントスタディ分析からは、普及以前には女性の就業や移住との関係は見られず、影響は1950年代以降に現れることが確認された。

加えて、結果の頑健性についても多くの確認が行わ

れている。曝露度指標の定義を乳牛数の代わりに女性搾乳者の割合を用いる形に変えた場合でも結論は変わらず、1950年代以前のミルクマシン早期導入地域の区分、首都オスロへの移住者の除外、空間相関を考慮した推定でも同様の結果が得られた。さらに、水力発電へのアクセス、教育改革、第二次世界大戦期の投資といった同時期に生じた他の経済的ショックの影響を考慮しても、主要な結論は一貫して保たれている。

3 結果の概要

ミルクマシンの導入がもたらした短期的影響は、女性にとって厳しいものであった。1970年に労働市場へ参入したコホートを追跡した分析によれば、導入後10年間に女性の所得順位は大幅に低下し、推定では約20%減少した。一方、男性の所得には短期的に有意な影響は確認されなかった。この男女差は、ミルクマシンが主として女性の担っていた作業を代替したという歴史的事実と整合的である。しかし、この負の効果は導入から約15年後に反転し始め、それ以降は曝露度の高い自治体出身の女性ほど所得順位が高くなる傾向がみられる。この動態は、女性が長期的には技術変化に適応し、より良い職業機会を獲得した可能性を示す重要な証拠である。

本研究の主要な発見の1つは、ミルクマシンが長期的には女性の経済的地位を改善し、男女間格差を縮小させた可能性を示している点である。女性の農業就業確率は顕著に低下し、農業からの離脱が促進されたが、その効果は男性より統計的に有意に大きかった。また、女性の県外移住確率は上昇したものの、移住先は主として高等教育機関の立地する都市であり、農村間の短距離移動には大きな変化はみられなかった。これは、女性が教育機会や雇用機会を踏まえて移住先を選択していた可能性を示唆する。男性にも移住は観察されるが、その規模は女性より小さい。さらに、45歳時点の所得順位をみると、短期的な所得低下にもかかわらず、曝露度の高い女性ほど相対的に上位に位置する傾向が確認される一方、男性の所得順位には明確な変化はみられない。その結果、男女間の所得格差は縮小方向に作用したと解釈され、労働参加率についても同様の傾向が観察される。

この長期的改善の背景には、2つの補完的なメカニ

ズムが考えられる。第一は教育投資と職業構造の転換であり、曝露度が高い女性ほど、高等教育への進学やスキル集約的職種、公的部門への就業が増加している。すなわち、機械化によって農業から押し出された女性が、より生産性の高い部門へ移動したことが示唆される。第二は出生行動の変化であり、曝露度の高い女性は出産を遅らせ、家族規模を縮小する傾向を示す。これは、移動や教育投資によって出産の機会費用が上昇したことと整合的である。さらに、これらの効果は主として16～25歳の若年女性に集中しており、36～45歳の女性にはほとんど影響がみられず、一部では農業就業が増加している。この年齢別の異質性は、ミルクマシンが特定グループの女性タスクを代替したという歴史的事実と整合的であり、本研究の因果解釈を補強している。

4 終わりに

本研究は、1950年代ノルウェー農村におけるミルクマシンの普及が、若年女性に集中していた搾乳作業を代替し、短期的には所得を押し下げた一方で、長期的には移動や教育投資を通じて女性の相対的地位を改善したことを示した。技術革新の影響は単純な置換効果にとどまらず、労働力の再配分を通じた構造的変化も伴う。同一の技術ショックであっても、その影響は性別によって非対称に現れることも本研究が示す重要な知見である。これは、技術変化が既存の性別役割分業と相互作用するで、男女が受ける影響の大きさや方向性が異なり得ることを意味する。さらに、本研究が示す歴史的経験は、今日の産業用ロボットや人工知能をめぐる議論にも示唆を与える。自動化の最終的な効果は、置換による損失と新たな雇用創出のバランス、そして教育制度や移動可能性といった制度条件に依存する。技術進歩の帰結を理解するためには、短期的なインパクトだけでなく長期的な労働力の再配置の過程を捉える視点が不可欠である。

こう・れいき 神戸大学大学院経済学研究科博士課程後期課程。最近の論文に「仕事の自律性と主観的厚生——就業形態と実際の自律性の重要性」JILPT Discussion Paper 25-Ex-03（共著、2025年）。労働経済学専攻。