

【研究ノート】

地域成長における再生可能エネルギーの役割

——中国中部及び河南省を例として¹

千葉大学人文社会科学研究所博士後期課程

朱 迅

問題提起

中国政府は再生可能エネルギーの導入を活性化させるために、2005年2月「エネルギー供給の増加、エネルギー構造の改善、エネルギー安全の保障、環境保護、また社会、経済の持続可能な成長」を目的とした「再生可能エネルギー法」を提出し、これが中国人民代表大会常務委員会を通過し、2006年から施行され始めた。

「再生可能エネルギー法」を打ち出したことによって、再生可能エネルギー設備の導入とその活躍がもたらされた。2006年から、風力発電の累計導入量が大幅に伸び始め、2014年には2006年の約44倍に増加した。これは世界の累計導入総量の30.7%を占め、世界第一位となった²。太陽光発電の累計導入量の大幅な成長は風力発電より遅れ、2010年から伸び始める。これも2014年には、2010年の約6倍に増加し、世界の累計導入総量の15.6%を占め、ドイツに次いで世界第2位に位置する³。

しかし再生可能エネルギーの高度成長の一方で、再生可能エネルギーの導入は地域経済の活性化に明らかな影響をもたらしてはいない。筆者の現地調査結果によると、再生可能エネルギーによる発電の導入と地域のその他の後方産業

¹ 本論文は博士論文「中国における資源立地型都市の経済転換に関する研究—空間、再生可能エネルギーの視点を中心として」の第六章に基づき、再構築するものである。

² 「Statistical Review」 <http://bp.com/statisticalreview> より筆者試算 2016年1月22日アクセス

³ 注2を参照

との関連度が低いことが指摘できるが、逆に前方産業との関連度は高いことも明らかにした。そして、再生可能エネルギーの導入と地域経済との関連性は弱いことを明らかにした [朱, 2016]。また、結論として、再生可能エネルギーの導入と地域成長との接合点を見つけなければならないと指摘した。

本論文では、その接合点に着目し、産業移転の視点から地域経済成長における再生可能エネルギーの役割を解明したい。本論文で主眼とするのは以下の2つの点である。まず、発展途上地域は経済成長を実現するために、企業誘致が必要である。産業移転は発展途上地域の企業誘致にプラスの影響をもたらした。そして、発展途上地域の地域政府は企業立地費用を削減し、産業移転に迎合するために、工業団地の整備や、また一連の優遇政策の打ち出しを実施している。しかし、その中には、逆に地域に不利益をもたらす例も存在する。例えば、陶然、汪暉 [陶 汪, 2010] の試算によると、中国における経済開発区あるいは工業開発区の約四分の一で、土地レンタル収入が開発費の半分にも満たないという現状が指摘されている。既存状況から見れば、再生可能エネルギーの導入費用は高く、地域経済の活性化に強くないが、長期的に見れば、再生可能エネルギーの導入による企業の電力費用削減を実現することができ、企業誘致を実現する方法になる可能性が存在する。

もう1つの点について、産業移転が進むに伴い、発展途上地域における企業立地の増加によるエネルギー消費量が向上するわけである。既存の中国のエネルギー消費構造から見れば、化石燃料の消費量の増加をもたらす可能性が高い。エネルギー供給の視点から見れば、化石燃料は持続可能な供給エネルギーではなく、さらに、環境の悪化をもたらす可能性も高い。もし、産業移転と再生可能エネルギーを統合することができれば、エネルギーの持続可能な供給、環境問題の解消を同時に解決することができる。

本論文は以上の2つの点に重点を置き、主に以下の分析手法で研究を行う。まず、中国の現時点における産業移転動向を明らかにする。次に、産業移転動向に基づく、エネルギー消費の動向を明らかにし、電力の産業移転動向における役割と重要性を明らかにする。第三に、再生可能エネルギーの導入によって、

どれほどの電力需要を満たすことができるかについて明らかにする。最後に、再生可能エネルギーの導入に関する問題点を指摘する。

1 中国における産業移転傾向

1.1 中国における産業移転に関する先行研究

産業構造の変動に関する理論について、最も参照されるものは赤松要によって提唱された「雁行形態理論」である。「雁行形態理論」に基づき、以下のことがわかる。まず、時間の変化に伴い、1国の比較優位性産業が変化する。第二に、各国の発展段階や技術水準の格差によって、比較劣位産業の移転が可能になる。そのため、比較劣位産業の移転に伴い、それと関連する企業の立地が変動するわけである。

さらに、上述の「雁行形態理論」は先進国と発展途上国の間に存在するだけでなく、1国の地域の間にも適用できる。夏禹龍等 [夏, 劉, 馮, 張, 階級理論と区域経済, 1983年]、陳建軍 [陳, 2002]、馮根福等 [馮, 劉, 蔣, 2010]、賀曲夫等 [賀, 劉, 2012]などは統計データやアンケート調査を用い、中国における東、中、西部地域の間での工業産業移転の動向を分析し、中国における産業移転を検討した。

結論として、調査時点で大規模の産業移転は生じていなかったと指摘されている。この原因については2つあると考える。まず、先行研究は主に2010年までの期間に集中した。例えば、馮根福等 [馮, 劉, 蔣, 2010]は1993年-2006年の対象期間を選択し、賀曲夫等 [賀, 劉, 2012]は2000年-2010年を対象期間として選択した。実は、中国における産業移転に焦点が当たるのは世界金融危機の直後である。世界金融危機の影響で、東南部沿海部地域は産業移転を通じ、労働集約財産業を移転させ、東南部沿海部地域の産業構造の進化を実現する必要性があった。そのため、先行研究における研究対象期間では産業移転の加速化段階をあまり含んでいないと考えられる。

第二に、地域政策のアンバランス化がある。中国では東南部沿海部の開発政策が最も早い、その次に、西部開発政策が2000年に打ち出され、2003年に東

表1 本論文に扱う各地域の分類方法

地域別	省、市、自治区、直轄市
東部	北京、天津、河北、上海、江蘇、浙江、福建、山東、広東、海南
中部	山西、安徽、江西、河南、湖北、湖南
西部	内モンゴル、広西、重慶、四川、貴州、雲南、チベット、陝西、甘肅、青海、寧夏、新疆
東北	遼寧、吉林、黒竜江

注：国家統計局より公表された「東、西、中部及び東北地区の分類方法」、中国發展改革委員会より打ち出された「長江デルタ地区区域計画に関する通知」（発改地区〔2010〕1243号）から筆者作成。

北地区旧工業基地の振興政策が打ち出されたが、中部地域の開発政策が最も遅く、2009年に提出されている。これらの政策の打ち出す時間の格差が中国における産業構造の移転に影響した。

以上の要因から、本論文において、筆者は中国における産業移転の動向に対し、再度考察を行い、2014年の時点までの産業移転の特徴を明らかにしたい。

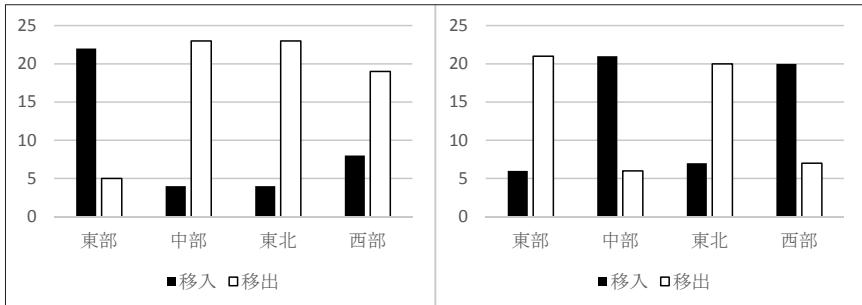
1.2 本論文における産業移転の判定方法

まず、具体的な地域研究対象としては、中国大陸部（香港、澳門を除く）を対象とする。すべての省、市、自治区、直轄市を四つの地域、すなわち東部、中部、西部及び東北に分ける。各地域に含まれる省、市、自治区、直轄市は表1に示した。産業部門は「中国統計年鑑」に掲載された工業部門に基づき、27項目の工業部門をまとめた。

次に、研究対象期間については、1997年から2014年までとする。期間の中に、2008年に生じた世界金融危機が含まれるため、2007年を観測点として、1997年から2007年までと、2008年から2014年までの二つの段階に分ける。この二つの段階における産業移転の特徴について、その異同が考察点として重要である。

本論文における研究方法については、中国の産業別従業員数の指標を用い、分析を行う。具体的には、まず、各地域における各産業部門の従業員数の中国全体の該当産業部門に占める比率を計算する。次に、第一段階と第二段階にお

図1 第一段階（左）と第二段階（右）における各地域の産業移転特徴



注：（縦軸：産業部門数）

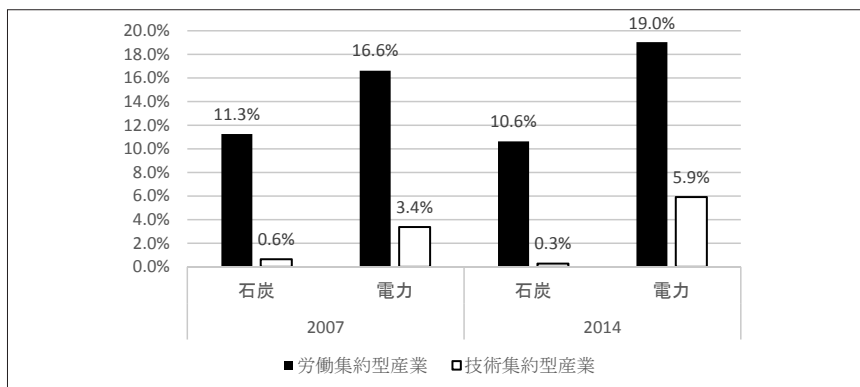
出所：試算結果

ける各地域の各産業の結果を比較する。その結果を把握したうえで、中国における産業構造の変動を明らかにする。本論文では、該当地域における該当産業部門の従業員数の中国に占める比率が減少した場合に、産業移出があった結果として判断する。該当地域における該当産業部門の従業員数の中国に占める比率が増加した場合は、産業移入があった結果として判断する。本論文で扱うデータは「中国工業経済統計年鑑 1998、2008」及び「中国工業統計年鑑 2015」より筆者が整理したものである。

1.3 産業移行の判定結果

第一段階と第二段階における各地域の産業移転の特徴は図1に示した。図1によると、全体的に、先行研究で指摘された大規模な産業移転は生じていないという状況から、変化があったことが明らかである。具体的な産業移転の特徴について、以下の二つがあると考えられる。第一に、第一段階の特徴は多くの産業が東部地域に集積するが、第二段階の特徴は多くの産業が東部地域から移出する。第二に、全体的に、東部地域から移出した産業は中部、西部地域に対する影響が大きく、東北地域に対する影響は弱いと考えられる。つまり、全体的に見れば、中部、西部地域において、産業移入が表れている。東北地域においては依然産業移出が主となっているが、第一段階と比べ、産業移出のスピー

図2 中部地域における労働集約型産業と技術集約型産業のエネルギー消費構造の変動



出所：「河南、湖南、湖北、江西、山西、安徽統計年鑑」2008年、2015年に基づき、筆者試算。

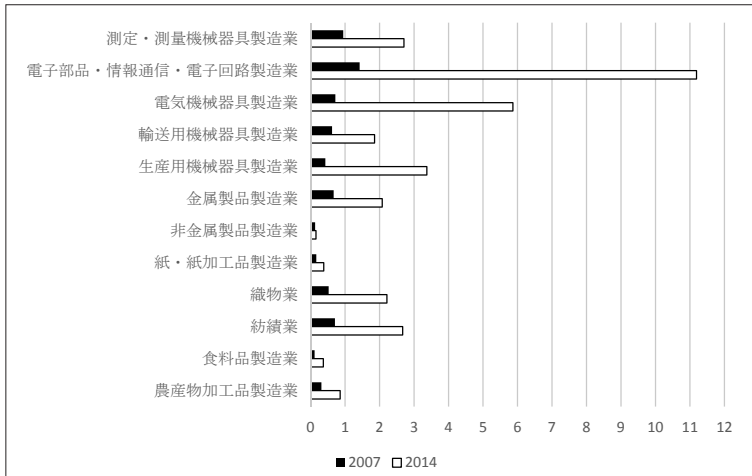
ドが遅くなったことが表れている。そのため、2014年の時点まで、中国においては大規模な産業移転が進んでいると考えられる。

2 既存産業構造移行に基づくエネルギー構造の変動

次に、エネルギーの視点から、産業移転によるエネルギー消費構造の変動を明らかにしたい。研究方法について、まず、採鉱業が資源賦存に影響するため、採鉱業以外で、中部地域における従業員数の比重が5%以上を増加する産業を選んだ。次に、産業構造移行における5%以上を増加する産業（以下：変動5%以上産業）が対応するエネルギー消費の変動を解明する。

図2から見ると、変動5%以上産業と対応するエネルギー構造の変動には以下の特徴がある。第一に、全体から見れば、労働集約型産業と技術集約型産業とともに、産業移入に伴い、電力消費比重が増加し、石炭消費比重は減少している。図2を見ると、労働集約型産業の2014年時点での石炭消費比重は2007年より0.7%減少している。技術集約型産業では2014年時点で石炭消費比重が2007年より0.3%減少しているが、2007年の約半分になったことも明らかである。これに対し、労働集約型産業の2014年時点での電力消費比重が2007年より2.4%を増加し、技術集約型産業も同程度であることを示している。この結

図3 電力消費量と石炭消費量の比率



注：1KG 石炭 = 0.7146KG 標準石炭、1KWH 電力 = 0.1229KG 標準石炭

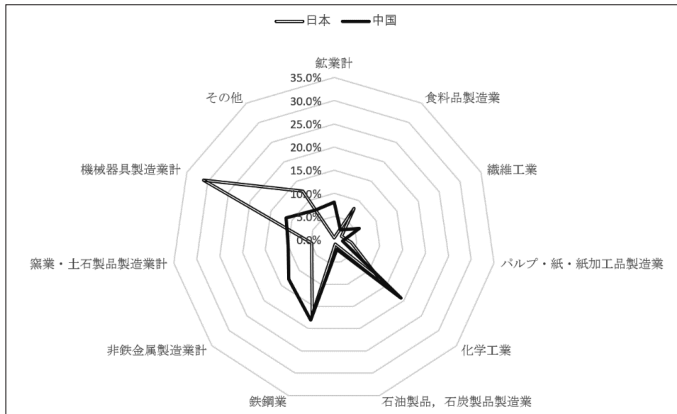
出所：「河南、湖南、湖北、江西、山西、安徽統計年鑑」2008年、2015年に基づき、筆者試算。

果は産業構造の変動によって、産業移入地域に、エネルギー需要が電力の形で増加していることを示している。

第二に、変動5%以上産業の主なエネルギー源が変化している。ここで、電力消費量と石炭消費量を標準石炭に換算し比較を行い、また、2007年と2014年の時点での換算した電力消費量と石炭消費量の比率を説明する。もし、その結果が1より小さければ、電力消費量が石炭消費量より少なく、石炭が主なエネルギー源だと判断することが出来る。また、その結果が1より大きければ、電力消費量が石炭消費量より多く、電力が主なエネルギー源だと考えられる。

図3から見れば、2007年の時点で、電力消費量と石炭消費量の比率が1より大きい産業が一つしかなかった。2007年の時点で、変動5%以上産業の主なエネルギー源が石炭であることが表れている。つまり、それらの産業の石炭消費量が電力消費量より多いことを示している。しかし、2014年の時点になると、電力消費量と石炭消費量の比率が1より大きい産業が8項目となり、1より小さい産業が4項目になっている。すなわち、多くの産業が石炭消費から電力消

図4 中国、日本における産業別電力消費の鉱工業総電力消費に占める比率の比較



出所：電力事業連合会（日本）、中国統計年鑑 2015 に基づき、筆者試算。

費に移転し、電力が主なエネルギー源となったことが分かる。さらに、2014年の時点では、電力消費量と石炭消費量の比率が1より小さい産業は農産物加工品製造業、食料品製造業、紙・紙加工品製造業と非金属製品製造業であり、それらすべてが労働集約型産業に属する。

以上の中中部地域における変動5%以上産業のエネルギー消費状況の分析を通じ、中中部地域における産業構造の変動によって、電力がエネルギー構造の中で、その役割が拡大しているとわかる。さらに、2013年時点の中国、日本における産業別電力消費の鉱工業総電力消費に占める比率の比較結果によると、図4から見れば、中国と日本の最も大きな格差は機械器具製造業の電力消費比重だとわかる。日本の場合は、2013年時点の機械器具製造業が鉱工業総電力消費の31.1%を占める。これに対し、中国には、その比重がわずか11.4%であり、日本との格差が明らかである。そのため、今後、中国における産業構造の高度化に伴い、電力の役割は更に強化される可能性がある。

産業構造によるエネルギー消費構造の変動結果から見れば、電力を安定させ、安価で提供することができれば、産業移転を促進することができ、また中中部地域における産業構造の高度化、生活水準の向上などに役立てると思われる。

3 既存産業構造下のエネルギー供給の問題点

中部地域における産業移転による電力の役割が向上するに伴い、電力の安定供給に関していくつかの問題点が存在する。まず、石炭発電についてであるが、これは技術面では易しく、中国全体での石炭賦存量も多いため、火力発電の増設による電力の安定供給に寄与することができるが、石炭の枯渇性のほか、環境問題と地球温暖化対策問題が存在する。現段階では、環境問題と地球温暖化対策問題を解消するために、中国政府は化石エネルギー消費の削減やCO₂排出規制を進めている。2014年に国務院が公表した「エネルギー発展戦略行動計画（2014年-2020年）」によると、エネルギー戦略方針を「節約、清潔、安全」とし、エネルギー消費総量、特に石炭消費に対して、「2020年まで、一次エネルギー消費総量を約48億トンに抑え、石炭消費総量を約42億トンに抑える。」という目標を設けている。また、2014年11月、中国政府は中米気候変動対策で、「2030年頃、CO₂排出量をピークアウトさせ、非化石エネルギー消費をエネルギー消費構造20%程度に増やす」(The White House, 2014)と発表した。そのため、一連の政策の制約によって、石炭発電の増設することによって電力需要を満たすことが懸念となっている。

第二に、その他のクリーンエネルギーと比べ、水力発電の費用は低く、また技術も成熟し、出力も優秀である。2011年時点で、中国の水力発電導入容量は2.3億KWに達し、世界で導入容量が最も多い国であるが、先進国の平均60%の開発率と比べると、中国の水力発電開発率が未だ43%前後であり、今後のポテンシャルが大きいことを表している [劉, 2012, ページ: 91]。

しかし、中国の水力資源の分布は不均一である。例えば、福建、浙江、江西、また湖南省の西部、長江の主流の上流などの東、中部地域における大型水力発電基地の開発レベルはより高く、将来新規水力発電の導入量は少ないと見込まれる。また、今後の開発重点地域として、主に中国の西南部の四川、雲南とチベットだと指摘されている [劉, 2012, ページ: 93]。そのため、西部地域、特に中部地域にとって、大型水力発電の増設による電力需要を満たすことを期待

するのは難しい。

第三に、世界エネルギー消費総量から見ると、2014年の時点で、中国のエネルギー消費総量が世界エネルギー消費総量の23.0%を占めたが、原子力発電の消費量は世界原子力発電消費総量のわずか5.0%を占めるだけで、世界エネルギー消費総量と比べ、低いことは明らかである⁴。この点から見れば、原子力発電のポテンシャルは大きいと考えられる。

また、国際気候変化事務特別代表の解振華によると、「もし石炭と火力発電の比重を低下させれば、単に再生可能エネルギーの導入が確定された2030年頃、非化石エネルギー消費でエネルギー消費構造の20%程度に増やす目標を達成することは難しい。原子力発電の導入が必要である。」としている〔澎湃新聞, 2015〕。そのため、政府に対し、環境問題の解消、既存のエネルギー消費構造の最適化、地球温暖化対策のための目標の実現、地域経済成長の費用の低減を実現させるためには、長期的な視点で見れば、原子力発電が重要な選択肢とみられている。

しかし、政府の高い意欲の反面、内陸部の原子力発電所の増設を抑える声も絶えず存在する。特に、2011年の福島原子力発電所事故の影響で、中国政府は原子力発電の導入、特に内陸部原子力発電の導入に慎重になり、安全面と社会世論の配慮から、2012年から2015年までの三年間、内陸部原子力発電のプロジェクトを一旦中止し、原子力発電の導入速度を遅らせている。

また、中国国務院発展研究中心資源と環境政策研究所の研究員王亦楠〔王, 2016〕は内陸部原子力発電所の増設に関するリスクを指摘している。その指摘をまとめると、主に四つの論点に整理できる。第一に、原子力発電は「低炭素エネルギー」であり、「クリーンエネルギー」ではない。第二に、気象条件の不備のため、原子炉による廃熱及び放射線汚染物が拡散しにくい。第三に、放射能漏れの緊急事態対応計画が存在しない。第四に、実際導入するための「運営経験がなく、成熟な原子力発電技術ではない」、というものである。内陸部原

⁴ <http://www.bp.com/statisticalreview> より筆者試算

子力発電の導入に関して、政府内部においても、多くの議論が存在する可能性があり、更なる検討が必要だと考えられる。そのため内陸部原子力発電所の増設はまだ不明瞭な状況に留まっている。

第五に、再生可能エネルギーについて、2005年の時点で「中華人民共和国再生可能エネルギー法」が打ち出された直後、風力発電の累計導入量が2006年から高度成長を始め、太陽光発電も2013年から高度成長を始めたことは明らかである。また、技術進歩及び更なる政策の打ち出しなどによって、将来、中国における再生可能エネルギーのポテンシャルは大きいと予想することができる。

しかし、再生可能エネルギーの最初の導入量が少ないため、高度成長が実現しても、中国の電源構造の中で、主な電源になることは難しいと考えられる。BP (BP Global, 2015, pp. 72-73) の予測によると、2013年から2035年までの間に、中国における再生可能エネルギーの導入量がEUを超えることはできるが、エネルギー構造の比重から見れば、EUには及ばず、2035年まで、約10%の伸びに留まるだろうとされている。そのため、短時間のうちに、再生可能エネルギーの導入による電力需要を満たすことを期待するのは難しいであろう。

4 分散型再生可能エネルギーの導入による発電可能性

以上の分析によって、火力発電、水力発電の導入が制限され、原子力発電の導入が不明瞭である背景として、再生可能エネルギーの導入が直面する最大の課題、すなわち導入量が小さく、既存のエネルギー消費構造に対する影響も弱く、また、地域経済成長と関連性が弱いということが挙げられる。本節では、ここで挙げられた課題に対し、再生可能エネルギーの導入効果を試算し、既存のエネルギー消費構造、及び企業費用の削減に対する影響を解明する。

4.1 研究対象

本節では、分散型再生可能エネルギーに焦点を当て、さらに、現段階で技術がより成熟し、導入の地域制限がより低い太陽光発電を対象とする。地域対象については、河南省政府によって確定された第一陣の産業集積区の175カ所が

図5 洛陽市にある住宅区の屋根の様子



出所：筆者撮影 撮影日：2014年9月26日

あり、その後、180カ所に増加した。本論文では、180カ所の産業集積区を対象として、産業集積区の太陽光発電ポテンシャルを試算する。

産業集積区を選ぶ理由は、第一に、後述のような、産業集積区の設立背景が産業移転の要因であったということがある。第二に、中国における都市部の住宅は、集合住宅の場合が多く、そこでは太陽熱温水器の導入率が高く（図5）、また集合住宅の屋根所有権も問題になるため、太陽光発電の導入率および導入効果を期待することができないと考えられる。第三に、産業集積区は近年提出された概念のため、現在のところ、各都市で産業集積区の整備が進んでいるということが挙げられる。今後、産業集積区が各都市の主な電力消費地域になり、産業集積区の電力自給率が都市のエネルギー消費構造に影響すると考える。第四に、産業集積区は企業誘致のために整備される地域であり、産業集積区における太陽光発電の導入効果が企業生産費用の削減に寄与することができると考えられる。

4.2 産業集積区の基本状況

産業集積区は河南省政府によって2009年4月に提出された地域振興政策である。河南省政府は産業集積区の設立を通じて、資源、環境などの制約要因の解決、また企業成長を優遇する条件の整備、市場需要の拡大、経済成長の好循環を求めている。簡単にいえば、産業集積区の設立の目的は集積の経済を生み

図6 河南省新郷市獲嘉県にある産業集積区（整備中）



出所：筆者撮影 撮影日：2014年9月23日

図7 河南省禹州市産業集積区の様子（整備中と整備完了地域）



出所：筆者撮影 撮影日：2014年9月19日

出し、そして、集積の経済を通じて、河南省の各分野の成長に寄与することである。また、産業構造の移転という視点から見れば、産業集積区の設立が2009年に提出されたことから、産業集積区の設立によって、企業の立地費用を削減し、既存の産業構造の移転を加速させることも目的だと考えられる。

河南省における産業集積区は経済技術開発区、ハイテク産業開発区、工業団地、現代サービス業団地、科学技術革新団地、加工貿易団地、高効率農業団地などの各種の開発区と団地を含む地域の総称である。「産業集積区の科学的計画と発展の推進に関する指導意見」（豫発〔2009〕14号）によると、産業集積区の提出当時の目標として、2012年まで、営業収入1000億元以上、500億元以上、100億元以上の産業集積区をそれぞれ2-3カ所、10カ所、50カ所に育

成する。2020年まで、産業集積区を各地域の経済成長の拠点として育成し、より強い科学革新能力、現代産業の集積、循環経済を全面的に発展させる地域として形成し、完備された都市機能と、人と自然の調和が十分にとれた地域として、住みやすく、仕事に適した都市地域として発展させ、全省が工業化の実現及び地域成長の主要要因となる地域として設定されている。

図6から見れば、産業集積区の政策が打ち出された後に、各地域の地域政府が産業集積区の整備を通じて、地域経済を振興しようとする高い積極性が感じられる。完成した産業集積区から見れば、図7に示したような、より高い水準のインフラ施設が存在している。

4.3 各都市における産業集積区の発電可能量の推計方法

本論文での、各都市の産業集積区における太陽光発電の発電可能量の推計方法は以下になる。まず、ここで、建築物の底盤面積が屋根の面積と同じであると想定し、工業団地の建築密度と総面積から、屋根の面積を推定する。それによって、再生可能エネルギーの導入可能な面積を確定する。次に、河南省における年間日射量、導入容量及び太陽光発電システム効率を確定し、発電可能量を試算する。

具体的な試算方法について、中国人民共和国国家標準 GB50797-2012 の「太陽光発電所デザイン規範」に基づき、発電量の試算は以下の公式を参考にすることができる。

$$E_p = H_A * \frac{P_{AZ}}{E_s} * K$$

E_p : 発電量 (KW・H)

H_A : 水平面の日射量

E_s : 標準条件による日射度 (定数: 1KW・H/m²)

P_{AZ} : 導入量 (KWp)

K : システム出力係数

4.3.1 各都市における産業集積区の面積推算

各都市の産業集積区的面積推移について、関連データが公表されていないため、ここでは、以下の手法で推算する。

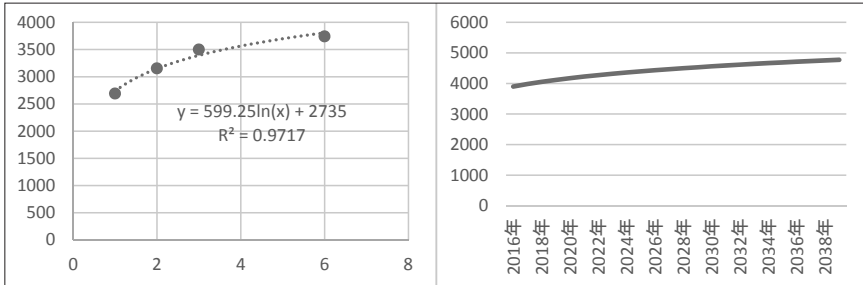
第一に、公表されている河南省全体のデータに基づき、河南省全体の関連データを推算する。2015年9月までに公表されている河南省全体の産業集積区の計画面積に関するデータは二つしかない。それは「2012年、全省180カ所の産業集積区の計画面積が3000Km²を超え、2011年より27.5%を増加した。」[河南省統計局, 2013]と「2015年、全省の産業集積区の計画面積が3742.20Km²に達し、2010年年末の1.39倍になった。」[馮司, 2016]というものである。

2015年のデータの3742Km²によって、2010年年末の時点で、河南省における産業集積区の計画面積が約2692.23Km²であることを推計することができる。このデータに基づき、2011年に産業集積区的面積が増えなくても、2012年の面積が3432.59Km²になるわけである。ここで、2012年の産業集積区の計画面積が3500Km²であると仮定すると2011年の産業集積区の計画面積は約3153.15Km²となる。

第二に、推計されたデータを用い、河南省全体の産業集積区の計画面積の推移を推算する。河南省政府が打ち出した「産業集積区の科学的計画と発展を推進する指導意見」(豫発(2009)14号)によると、産業集積区の計画は中・長期的な計画であり、みだりに位置変更や面積拡大をすることができないと分かった。また、産業集積区面積の増加に際しては利用可能な土地などの生産要素の制限を受けなければならない。そのため、産業集積区の計画面積は対数関数の成長と予想する。そして、推計されたデータを対数関数で回帰分析をし、その対数関数を図8左に示した。この対数関数を用い、2016年から2039年までの25年間の産業集積区の計画面積を算出する。

第三に、河南省全体の産業集積区の計画面積の推移についての対数関数を使い、各都市のデータを推計する。各都市の産業集積区の計画面積は河南省人民政府上海事務所の公式サイト[河南省人民政府上海事務所, 2014]で公表され

図8 河南省における産業集積区の計画面積の推計



出所：筆者作成。

たデータに基づき、推計する。このデータは2014年12月に公表され、統計時点が掲載していないが、本論文では、このデータによる各都市の産業集積区の計画面積の全体に占める比重を用い、2016年から2040年までの変動結果を推計する。

4.3.2 産業集積区の建築密度

建築密度とは、中国の「民用建築設計通則」によると、一定範囲に、建築物の底盤の総面積の総用地面積に占める比率であるとされる。産業集積区の建築密度について、明確な基準は設けられていないが、2011年、河南省人民政府弁公庁が打ち出した「河南省専門模範産業集積区の創立方法に関する通知」(豫政弁〔2011〕10号)によると、産業集積区における工業用地の総合建築密度が60%に達していることがわかる。しかし、産業集積区の中には、生活区、ビジネス区などの非生産機能用地が存在するため、産業集積区全体で建設密度が60%に達するのは不可能である。

また、参考として、その他の工業団地に関する政策も収集した。例えば、2006年、洛陽市人民政府が打ち出した「洛陽市が標準化建築区の建築を推進する実施方案に関する通知」(洛政〔2006〕147号)によると、一部の開発区、工業団地では建築密度が35%以上であることを要求され、30%を要求された工業団地もある。さらに、河南省の蘭考県の産業集積区の空間計画によると、2020年

までに、建築密度が30%以上を実現するという目標が設けられている。

以上の状況を総合的に考えれば、地域経済発展水準、また産業集積区の機能などが異なるため、約30%の建築密度が合理的と考える。そこで本論文では、建築密度を30%とする。

4.3.3 単位面積の導入量

現地調査 [朱, 2016] によると、許昌市の裕豊紡織有限会社が13万平方メートルに2万KWの太陽光発電設備を導入したとわかった。裕豊紡織の例に基づき、単位面積当たり発電量が153.85Wであると推算することができる。

さらに、Trina solar社の製品情報を参照する。Trina solar社は1997年に創業し、2006年にニューヨーク証券取引所に上場した、結晶シリコン太陽電池モジュールの製造とシステムインテグレーションの会社である。Trina solar社は2014年、2015年連続して全出荷量で世界一となっており、太陽光発電設備製造会社を代表する会社だと考えられる。Trina solar社の公式サイト [Trina solar, 2016] によると、住宅用、産業用に適用するHoney PD05モジュールの単位面積あたりの発電量は最大162W/m²に達している。

以上の2つの情報から見れば、現地調査の結果とTrina solar社の製品情報に掲載された結果と比べ、大きい差はないと考えられるが、裕豊紡織の太陽光発電設備の導入時点が2014年であり、本論文の試算が将来性を考えなければならぬため、技術進歩を考え併せて、本論文では、Trina solar社の製品情報に掲載された結果を採用する。

4.3.4 年間日射量

中国エネルギー中・長期(2030、2050)発展戦略研究 [中国エネルギー中、長期発展戦略研究項目組, 2011, ページ: 36-37] によると、日射量によって、中国全体を四つ種類に分けることができる。それぞれは最豊富な地域、非常に豊富な地域、より豊富な地域、一般的な地域である。河南省はより豊富な地域に属し、年間日射量が1050-1400KWH/m²である。河南省の南部に位置する

一部の地域を除き、多くの地域における年間日射量は年間 1300-1400 KWH/m² だと分かる。本論文では、その中間値の 1350 KWH/m² を採用する。

4.3.5 システム出力係数

高小平等 [高, 申, 王, 2016] の研究によると、システム出力係数は太陽光モジュールに関するいくつかの修正係数に組み合わせた総合的係数である。具体的には、以下の係数が含まれる。すなわち太陽電池モジュール種類の修正係数、太陽光電池アレイの傾角、方位角の修正係数、太陽光発電システムの稼働率、日当たり利用率、インバーター変換効率、集電線損失、バック・ブースト変圧器損失、太陽光パネルの表面汚染の修正係数、太陽電池モジュールの転換効率の修正係数である。システム出力係数は場所、設備などによって、異なる。日本の場合 [エコライフ.com, 2016] では、夏場は 0.8、冬場は 0.9、その間の春および秋は 0.85 程度と言われている。中国の場合では、通常 0.75-0.85 程度とする。河南省が内陸部に位置し、太陽光資源が豊富な地域ではなく、また近年の大気汚染問題を考えて、本論文では、システム出力係数を 0.75 に設定する。

4.3.6 各都市における産業集積区の発電可能量の推計

以上の推計結果および各係数を公式の中に代入し、計算を行う。結果として、鄭州市の産業集積区の計画面積が大きいため、2016年の時点で、500億 KWH 近い発電可能量に達し、また 2040年までに、約 600億 KWH に近い発電可能量に達することが可能であり、河南省の中で、ポテンシャルが最も大きい地域であることが明らかとなった。その他の都市では、大きな違いはなく、年間 200億 KWH 以下となった。

4.4 電力消費量の推計

4.4.1 先行研究における電力消費量の推計

電力消費量の推計について、多くの研究は電力消費予測モデルの構造を通じ、推計している。例えば、日本の大沢等 [大沢, 内田, 斉藤, 1972]、山野 [山

野, 1999]、近藤等 [近藤, 野林, 銚井, 2016]、また中国の林伯強 [林, 2003]、何曉萍等 [何, 劉, 林, 2009]、范徳成等 [范, 王, 張, 2012] は各種の視点に基づき、電力需要予測を行っている。

日本の先行研究から見れば、電力需要の予測は幅広い分野と関わるため、精度がより高い予測はより多い変数や方程式を設けなければならない。中国の研究から見れば、変数や構造方程式が日本より少なく、先決内生変数にかかわる試算はあまりないことは明らかである。その原因は中国の電力予測に関するデータが不足だと考えられる。林伯強 [林, 2003] は「中国の総電力需要を予測すれば、十分なデータを収集するのは難しい。地域別の電力需要予測もデータの制限を受けている。」と指摘し、最終的に、マクロ経済に関する外生変数だけを選択した。下述の中国エネルギー中・長期発展戦略研究項目組の研究 [中国エネルギー中・長期発展戦略研究項目組, 2011] においても、国家電力網会社の研究員が参加したが、内生変数を使わず、外生変数だけを用い中国の電力消費量を予測した。

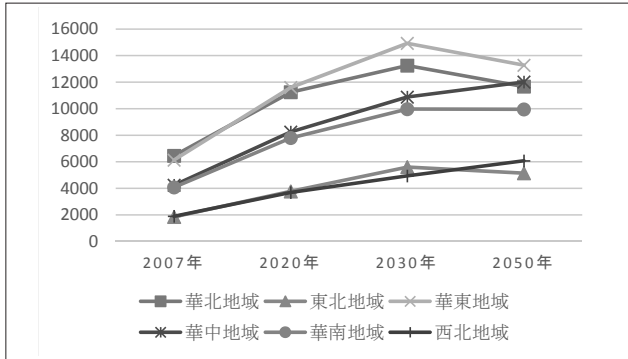
本論文でも、地域別のデータ不足問題に直面するうえに、都市別のデータがさらに不足しているという問題がある。そのため、本論文では、中国エネルギー中・長期発展戦略研究項目組（以下：項目組）の研究結果 [中国エネルギー中・長期発展戦略研究項目組, 2011] に基づき、河南省における各都市の電力需要量を推計する。

4.4.2 項目組の研究結果

項目組の研究に基づいて 2007 年から 2050 年までの約 50 年間の電力需要状況を予測するが、予測期間に未定な要因が多く存在するため、研究は高、中、低の三つの案に分けて推定した。本論文では、本論文に適用する中案の予測結果だけを挙げる。

中国における各地域、各時点の工業用電力需要の予想量を図 9 に示した。図 9 から見ると、2030 年までに、すべての地域で工業用電力需要量の成長が維持され、2030 年にピークに達する。2030 年以降、地域によって、異なる状況に

図9 中国における各地域、各時点の工業用電力需要の予想量



出所：[中国エネルギー中、長期発展戦略研究項目組，2011] より筆者作成。

なる。具体的には、西北地域と華中地域では引き続き成長し、華南地域では安定状況になる。またその他の地域の工業用電力需要量は下落に転換する。

4.4.3 本論文における各地域の電力需用量の推計

本論文では、項目組の研究成果に基づき、河南省における各都市の電力需要量を予測する。具体的には、まず、中国における各地域、各時点の工業用電力需要の予想量に基づき、各時期の予想成長率を推計する。次に、経済水準と電力消費構造の指標を用い、項目組が推計した各地域を分類する。さらに、経済水準と電力消費構造との二つの指標を用い、河南省における各都市を分類する。最後、分類された中国の各地域を河南省の各都市に接合し、同じ分類に属する地域が同じ予想成長率として想定する。

まず、各時期の予想成長率を推計する。前期の工業用電力需要は下式を通じ、次期の工業用電力需要が得られる。

$$ELE_i * (1 + n)^{t_j - t_i} = ELE_j$$

これは、ELEが工業用電力需用量を指し、 t が時期、 i が前期、 j が次期を指す。上式を変換すると、各時期の平均成長率が得られる。

$$n = {}^{t_j-t_i} \sqrt{ELE_j/ELE_i} - 1$$

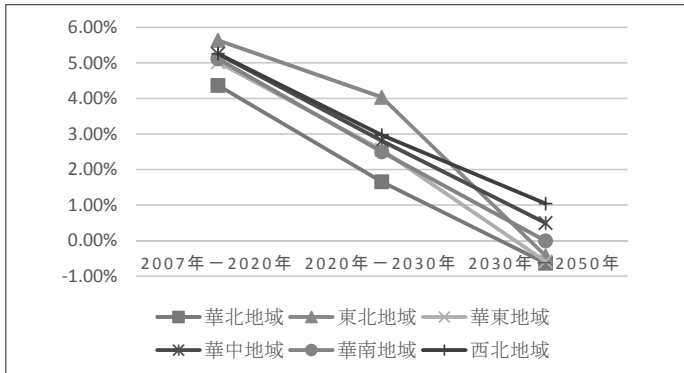
上式を通じて得られた、中国における各地域、各時期の工業用電力需要の予想成長率を図10に示した。図10を見れば、2007年から2020年までの間に、各地域の工業用電力需要の予想成長率の格差は大きくないが、2020年から2030年の間では、地域間の格差が大きくなり、例えば、最も高いのは東北地域であり、4.04%に達し、最も低いのは華北地域で、わずか1.66%である。2030年から2050年までの間では、西北地域が1.04%の予想成長率で、最も高い地域になり、華中地域以外のその他の地域ではすべてマイナス成長になる。

次に、中国における各地域の経済水準について、本論文では、経験値によって判断する。周知のとおり、中国における各地域の平均経済水準は東南沿岸部から西北部まで遞減し、東北地域は昔の中国の重工業の集積地域であるが、改革開放以降、中国の経済重心は東南部沿岸部への移動し、また資源枯渇に伴い、東北地域は衰退しはじめた。そのため、本論文では、東北地域、西北地域を途上地域とみなし、その他の地域を先進地域とみなす。

中国の電力消費構造については、表2に示した。表2から、2007年の時点で、中国全体の工業用電力消費が全社会電力消費総量の75.6%を占めていたとわかる。中国全体の比率を上回る地域は華北地域、華東地域、西北地域があり、中国全体の比率を下回るのは東北地域、華中地域、華南地域である。電力消費構造から見れば、同じ経済先進地域の華東地域と華南地域でも、工業用電力消費比重が異なる。第三次産業の電力消費比重から見ると、華南地域の第三次産業の電力消費比重は中国全体を大きく超え、華東地域が中国全体より低いことがわかる。そのため、経済水準と工業用電力消費の比重との二つの指標を用い、中国における六つ地域を四種類に分けることができる。具体的には、表3に示した。

表3では、華北地域、華東地域を先進地域、工業用電力消費の比重が高い地域に分類し、華中地域、華南地域を先進地域、工業用電力消費の比重が低い地域に分類した。また西北地域を途上地域、工業用電力消費の比重が高い地域に

図 10 中国における各地域、各時期の工業用電力需要の予想成長率



出所：[中国エネルギー中、長期発展戦略研究項目組，2011] より筆者試算。

表 2 中国における各地域の電力消費状況 (2007年時点) 単位：%

	第一次産業	第二次産業	工業用	第三次産業	生活用
中国全体	3	76.6	75.6	9.8	10.7
華北地域	3.5	78.7	77.9	8.6	8.8
東北地域	2	75.1	74.2	8.9	13.7
華東地域	0.9	77.8	76.8	9.6	11.2
華中地域	3.4	73.7	72.7	8.7	13.8
華南地域	2.1	73.9	72.7	11.1	12.2
西北地域	5.9	79.5	78.6	7.7	6.6

出所：[中国エネルギー中、長期発展戦略研究項目組，2011] より筆者作成。

表 3 地域分類

分類	特徴	地域
1	先進地域、工業用電力消費の比重が高い	華北地域、華東地域
2	先進地域、工業用電力消費の比重が低い	華中地域、華南地域
3	途上地域、工業用電力消費の比重が高い	西北地域
4	途上地域、工業用電力消費の比重が低い	東北地域

出所：筆者作成

表4 分類、時期別の工業用電力需要量の予想成長率

分類	2007年-2020年	2020年-2030年	2030年-2050年
1	4.37%	1.66%	-0.63%
2	5.26%	2.81%	0.50%
3	5.26%	2.97%	1.04%
4	5.64%	4.04%	-0.43%

出所：中国エネルギー中・長期発展戦略研究項目組の研究結果より筆者試算。

分類し、東北地域を途上地域、工業用電力消費の比重が低い地域に分類した。

また、河南省全体の状況から見れば、河南省が華中地域に属するとともに華北地域に隣接し、華南地域、華東地域より経済水準が低いいため、本論文では、華南地域、華東地域を除き、すなわち、分類1を華北地域、分類2を華中地域だけとして考える。そして、各分類、各時期の電力需要量の予想成長率を表4に示した。表4から、経済水準と工業用電力消費量との両方が高い地域では、中・長期の工業用電力需要量の予想成長率がより低いことが分かる。その反対に、経済水準と工業用電力消費量との両方が低い地域では、中・長期の工業用電力需要量の予想成長率はより高くなる。この結果は各地域の中・長期の地域開発ポテンシャルの実情と合致していると考えられる。

さらに、河南省における各都市を分類する。経済水準の指標については、ここでは、一人当たり域内総生産を用い、判断する。電力消費構造の指標について、前述の分析と同じく、工業用电量消費量の比重を用い、判断する。具体的な結果は表5に示した。表5を見ると、工業用電力消費量の比重や一人当たり域内総生産の比重は、地域間での格差が大きいことが明らかである。工業用電力消費の比重が最も高いのは安陽市であり、95.9%を占める。最も低いのは周口市であり、わずか45.1%を占めるだけであった。一人当たり域内総生産の比重が最も高いのは、河南省の省庁所在地の鄭州市であり、河南省の平均水準の約2倍近くになる。最も低いのは周口市であり、河南省の平均水準のわずか56.7%であった。

以上のデータを通じ、河南省における各都市の分類結果を表6に示した。各

表5 河南省における各都市の関連情報（2014年時点）

都市	電力消費	工業用	工業用比重	一人当たり 域内総生産	都市一人当たり域内 総生産 / 平均値
鄭州市	496.9	372.7	75.0%	72,992	183.0%
開封市	95.5	64.7	67.8%	32,454	81.3%
洛陽市	395.1	337.3	85.4%	49,417	123.9%
平頂山市	161.0	131.1	81.4%	33,016	82.8%
安陽市	216.2	207.4	95.9%	35,210	88.3%
鶴壁市	52.6	34.8	66.1%	42,550	106.7%
新郷市	196.4	130.9	66.6%	33,696	84.5%
焦作市	214.0	186.0	86.9%	52,421	131.4%
濮陽市	89.8	53.6	59.6%	34,895	87.5%
許昌市	109.1	77.8	71.3%	48,471	121.5%
漯河市	58.2	45.8	78.6%	36,366	91.2%
三門峡市	127.4	112.1	88.0%	55,260	138.5%
南陽市	211.7	168.9	79.8%	26,650	66.8%
商丘市	171.0	126.9	74.3%	23,359	58.6%
信陽市	95.2	47.4	49.8%	27,490	68.9%
周口市	83.8	37.8	45.1%	22,625	56.7%
駐馬店市	108.7	70.4	64.7%	24,461	61.3%
済源市	83.0	67.1	80.9%	66,777	167.4%
平均	164.8	126.3	73.2%	39,895	100.0%

単位：電力消費、工業用が億 KWH であり、一人当たり域内総生産が元 / 人である。

出所：「河南省統計年鑑 2015」より筆者試算、作成。

表6 河南省における各都市の分類結果

分類	特徴	地域
1	先進地域、工業用電力消費の比重が高い	鄭州市、洛陽市、焦作市、三門峡市、済源市
2	先進地域、工業用電力消費の比重が低い	鶴壁市、許昌市
3	途上地域、工業用電力消費の比重が高い	平頂山市、安陽市、漯河市、南陽市、商丘市
4	途上地域、工業用電力消費の比重が低い	開封市、新郷市、濮陽市、信陽市、周口市、駐馬店市

出所：試算結果より筆者作成。

都市の中・長期の工業用電力消費の予想成長率は表4を参照する。そして、2014年の時点の河南省における各都市の工業用電力消費量を基準として、2016年から2040年までの25年間の予想工業用電力需要量を算出する。

4.5 再生可能エネルギーの導入による効果

4.5.1 電力自給率

以上、各都市における産業集積区の発電可能量と工業用電力需要量を推計した。ここから、推計された結果をまとめ、各地域の再生可能エネルギーの導入による工業用電力需要の自給率を試算する。試算方法は下式になる。

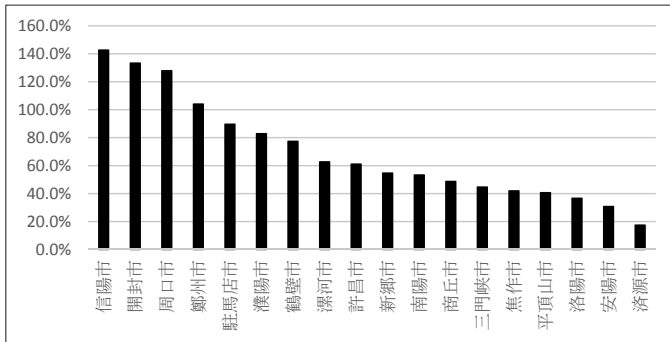
$$ESSR = \frac{\sum_1^{25} ES}{\sum_1^{25} EC} * 100\%$$

式の中の、ESSRは電力自給率であり、ESは発電可能量、ECは工業用電力需要量である。期間は2016年から2040年までの25年間である。試算の結果は図11に示した。

図11を見ると、河南省のすべての都市の中で、2040年までの電力自給率が100%以上に達するのは4都市であり、その中にある鄭州市は分類1の都市に属するが、産業集積区の面積の大きさが主な要因だと考えられる。推計結果によると、2040年の時点で、鄭州市における産業集積区の面積は都市総面積の15.9%に達し、河南省の平均水準の2.9%を大きく上回っている。その他の三つの都市は分類4の都市に属し、該当都市の工業用電力需要量が低いことが主な要因だと考えられる。分類4に属する都市に対し、再生可能エネルギーの導入によって、該当都市の工業用電力需要量を解決することができるほか、該当都市の生活用電力需要や他の都市に売電することなどを実現することができ、地域成長を促進する可能性がある。

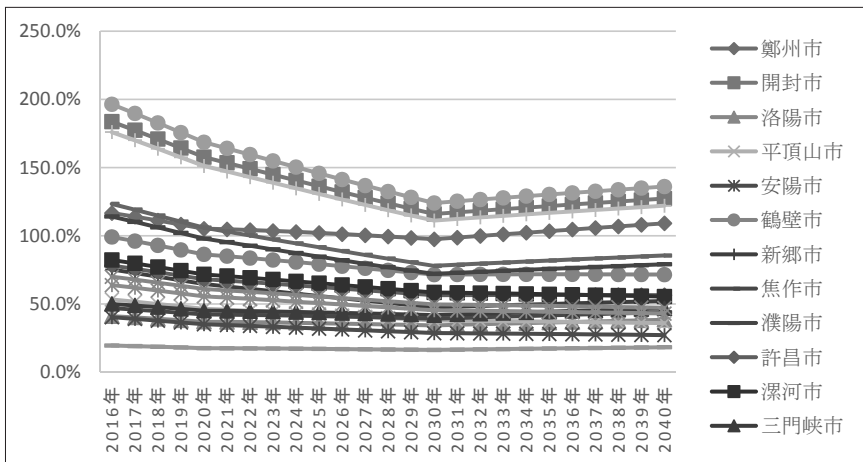
2040年までの電力自給率が50%以下の都市は7都市である。最も少ないのは済源市である。済源市は河南省のすべての地級市の中で、都市面積が最も小さい都市であり、河南省総面積のわずか約1%である。また推計結果によると、2040年の時点で、済源市における産業集積区の面積は都市面積の1.8%であり、

図 11 河南省における各都市の電力自給率



出所：筆者試算

図 12 都市別電力自給率の時系列推移



出所：推定結果より筆者作成。

鄭州市の産業集積区の面積のわずか3%相当である。そのため、濟源市の電力自給率が低い主因は導入面積の少なさに加え、工業用電力需要の比重がより高いことが考えられる。その他の6都市は商丘市以外、工業用電力需要量の比重が平均87.5%に達し、非常に高いという特徴を示している。

また都市別の時系列結果を図12に示した。図12を見ると、産業集積区の面

積の拡張が工業用電力需要の増加より遅いため、多くの都市で、工業用電力需要ピークは2030年までで、その後電力自給率は徐々に低下し、2030年以降に少し回復する傾向があることが分かる。しかし、工業用電力需要ピークの2030年の時点においても、信陽市、開封市、周口市では100%以上の自給率を達成することができる。

4.5.2 電力費用削減効果試算

ここでの試算方法は太陽光発電設備を導入する場合の電力費用と、すべての電力需要を電力会社から購入する場合の電力費用との比率を通じ、推計する。具体的には、下式に示した。

$$\text{電力費用削減効果} = \frac{\text{実際電力費用}}{\text{全額購入の電力費用}} * 100\%$$

詳細は、以下のようになる。

実際電力費用

$$= \text{太陽光発電設備導入費用} - \text{発電による補助金} + \text{電力購入純費用}$$

$$\text{全額購入の電力費用} = \text{総電力需要量} * \text{電力購入単価}$$

さらに、電力購入費用を二つの状況に分けることができる。自給率が100%以下の場合では、電力購入費用の計算式は下式になる。

$$\text{電力購入純費用} = (\text{総電力需要量} - \text{発電可能量}) * \text{電力購入単価}$$

しかし、自給率が100%以上の場合では、都市の電力需要量を満たすことができる上に、余剰電力を電力会社に販売することも可能である。その場合には、電力購入費用がマイナスとなり、下式になる。

$$\text{電力購入純費用} = (\text{発電可能量} - \text{総電力需要量}) * \text{電力販売単価}$$

また、発電による補助金は下式になる。

$$\text{発電による補助金} = \text{発電可能量} * \text{単位発電量当たり補助金}$$

ここで、注意が必要なのは電力購入単価、電力販売単価と単位発電量当たりの補助金が相等しないということである。電力購入単価は本論文では、河南省における大工業用電力価格とする。電力購入価格について、電力購入価格の変

動が市場需要、また国政府の調整に影響されるため、25年間の電力購入価格予測は難しいと考える。しかし、生産原材料としては、電力購入価格が大きな変動を生じる可能性は低く、また、比率の試算方法が多くの電力購入価格変動の要因を削除することができるため、本論文では、電力購入価格を定数とする。

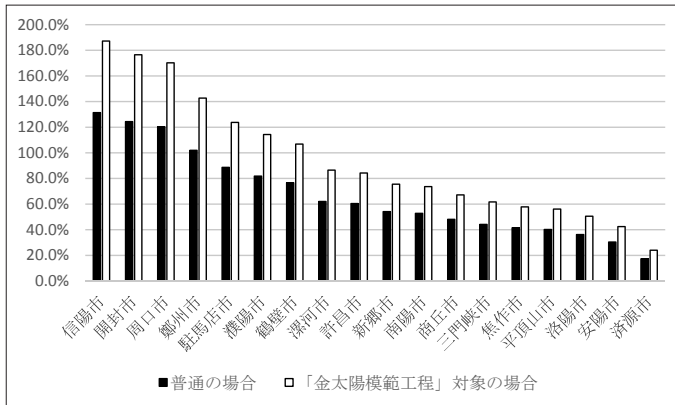
2009年に、国家発展と改革委員会が公表した「華中電力網電力価格の調整に関する通知」(发改価格〔2009〕2925号)の中の添付ファイルである「河南省電力網販売電力価格表」によって、大工業用電力価格が1-10KVで0.565元、35-110KVで0.550元、110KVで0.535元、220KV及びそれ以上が0.527元だと確認できる。本論文では、それらの平均値を電力価格とする。すなわち、本論文では、電力購入価格をKWH当たり0.544元とする。

電力販売価格と単位発電量当たりの補助金については、国の政策(发改価格〔2013〕638号)で、「分散型太陽光発電に対し、全量補助政策を実施する。補助に対する設定基準が0.42元/kwh(税込み)で、国の再生可能エネルギー発展基金から電力会社に支払われる。その中で、(個人の)電力網に送られた余剰電力については、電力会社が該当地域の火力発電標準売電価格で買取する。」とされている。火力発電標準売電価格は電力購入単価と同じく、多くの要因に影響され、変動する。本論文では、定数とし、2014年当時の火力発電標準売電価格のKWH当たり0.4191元とする。単位発電量当たりの補助金は設定基準の0.42元とする。

以上の条件に基づき、各都市における工業用電力費用削減効果を図13に示した。図13から、一般的な場合に、4つの都市で工業用電力費用の100%以上を削減することが可能である。50%以上を削減することが可能な都市が11カ所に達し、すなわち、「金太陽模範工程」の補助対象にならなくても、河南省における約61%の都市が産業集積区に太陽光発電設備の導入によって、工業用電力費用の半分を削減することが可能である。

もし、「金太陽模範工程」の対象になれば、その効果が一層大きくなる。工業用電力費用を100%以上削減することが可能な都市は7カ所に達し、全体の約39%を占める。さらに、50%以上を削減することが可能な都市は16カ所に達

図13 太陽光発電設備の導入による電力費用の削減効果



出所：筆者試算。

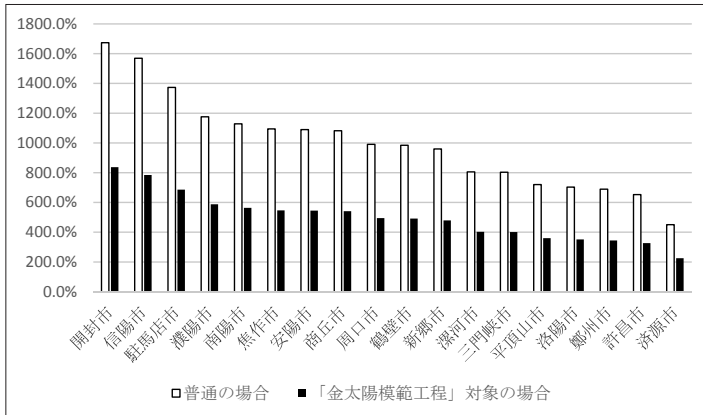
し、全体の約89%を占める。太陽光発電設備の導入による工業用電力削減の効果は明らかである。

5 まとめと今後の課題

以上の分析を通じ、都市部の産業集積区に太陽光発電設備を導入するだけで、エネルギー消費構造と企業立地費用の削減に大きな影響をもたらすことが明らかとなった。本論文では、各種の仮定を設け、また2016年の時点で、すべての産業集積区に太陽光発電設備の導入が完了したと想定したが、太陽光発電に関しては産業集積区だけの効果に限っても、再生可能エネルギーの導入効果が期待できると考える。筆者は既存のエネルギー消費構造と企業立地費用の削減に対する影響の弱さよりも、資金面こそが課題だと考える。

図14を見ると、太陽光発電設備の累計導入費用は、予算案より財政収入に占める比率が最も低い済源市においても、450.7%に達し、「金太陽模範工程」の対象になる場合では、依然として225.3%に達する。すなわち、2014年の都市予算案から財政収入に基づき計算すれば、少なくとも、2、3年間の連続的な全額投入が必要である。また、開封市、信陽市などのような工業比重が低く、ま

図 14 太陽光発電設備の累計導入費用が各都市の予算案より財政収入に占める比率 (2014 年時点)



出所：「河南省統計年鑑 2015」に基づき、筆者試算。

た財政収入も低く、導入量が多い地域では、よりよい工業用電力削減の効果を實現することが可能であるが、都市財政に大きな負担をもたらし、「金太陽模範工程」の対象となっても、約 8 年間の連続的な全額投入が必要である。発展途上地域とされる河南省の各都市に対し、導入資金の調達に産業界積区における太陽光発電設備の整備の大きい課題になると考えられる。

しかし、導入資金の回収の面から分析すると、莫大な導入資金が必要ではあるが、導入資金の回収は確保することができる。ここで、太陽光発電設備を導入した後で、すべての発電量を電力会社に販売し、累計売電収益が累計投資額を上回るときに、導入費用を回収したと想定する。具体的な計算式が下式になる。

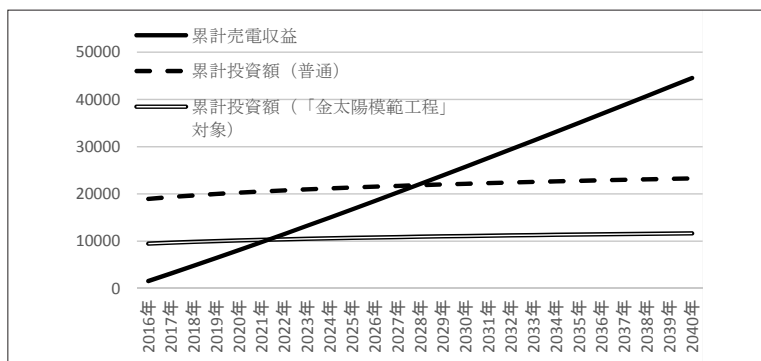
$$\text{累計投資額} = \sum_{1}^{25} \text{年間投資額}$$

詳細：年間投資額 = 年間新規導入量 * 導入量当たり設備費用

$$\text{累計収益} = \sum_{1}^{25} \text{年間売電収益}$$

詳細：年間売電収益 = 年間発電量 * 売電価格

図15 河南省における太陽光発電設備の導入費用の回収年数 (単位：億円)



注：単位面積当たり導入費用、日射量、売電価格などが同じであると想定するため、各都市における太陽光発電設備の導入費用の回収年数がすべて同じになる。ここでは、河南省全体として試算する。

出所：筆者試算より作成。

表7 産業集積区における太陽光発電導入による内部収益率

	普通の場合	「金太陽模範工程」対象の場合
20年	5.3%	15.6%
25年	6.6%	16.1%

注：導入資金と売電収益だけを考えた

出所：筆者試算により作成。

導入量当たりの設備費用はKW当たり10000元とする。また、「金太陽模範工程」を考える場合では、累計投資額が一般的な場合の半分になる。試算結果は図15に示した。

図15から、一般的な場合に、累計売電収益が2028年で累計投資額を上回ることがわかる。すなわち、第13年目に、導入費用を回収することができる。また、「金太陽模範工程」の対象になる場合では、回収年数が短くなることが明らかとなっている。2022年前後の時点で、累計売電収益が累計投資額を上回り、すなわち、第7年目に、導入費用を回収することができる。

また、内部収益率から見たものを、表7に示す。太陽光発電の導入段階に補

助金制度がなければ、20 年の場合に、内部収益率が 5.3%に達し、25 年の場合に、6.6%に達することができる。さらに、太陽光発電の導入段階に補助金制度があれば、20 年の場合に、内部収益率が 15.3%に達し、25 年の場合に、16.1%に達することができる。そのため、太陽光発電の導入は莫大な資金が必要ではあるが、資源の回収に問題なく、収益率を確保することができると考えられる。

最後に本論文を総括すると、再生可能エネルギー導入による企業立地費用の削減に対する影響、さらに、再生可能エネルギー導入資金の回収の確保が明らかとなった。そして、どのような政策を作成し、資金調達の実現することができるかが課題になっている点を指摘したい。

(参考文献)

- BP Global (2015) BP Energy Outlook 2035. BP Global
- The White House (2014, 11 12) U.S.-China Joint Announcement on Climate Change. Retrieved 8 2, 2016, from The White House: <https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2014/11/11/us-china-joint-announcement-climate-change>
- Trina solar (2016) 製品情報 Honey PD05 モジュール. 参照日: 2016 年 8 月 4 日, 参照先: Trinasolar: http://www.trinasolar.com/jp/product/Mu_Honey.html
- エコライフ.com (2016 年 8 月 4 日)「太陽光発電の発電量の算出方法」参照先: エコライフ.com: http://standard-project.net/solar/hatsudenryo_calculation.html
- 陳建軍 (2002)「現段階に中国の産業地域移転に関する実証研究—浙江省における 105 か所の企業に対するアンケート調査を結び付け」『管理世界』6: 64-74
- 大沢悦治, 内田光穂, 齊藤観之助 (1972)「電力需要予測モデル」『電力経済研究』1: 19-33
- 范徳成, 王韶華, 張偉 (2012)「低炭素経済目標下の中国電力需要予測に関する研究」『電網技術』36 (7): 19-24
- 馮根福, 劉志勇, 蔣文定 (2010)「中国における東、中、西部地域間に工業産業移転の動向、特徴及び形成原因の分析」『当代経済科学』32 (2): 1-10
- 馮文元, 司景賢 (2016 年 4 月 29 日)「河南省産業集積区 新成長極になった」参照日: 2016 年 8 月 4 日, 参照先: 中国情報: <http://www.zgxxb.com.cn/dfjj/201604290009.shtml>

- 高小平, 申蕾, 王培康 (2016) 「太陽光発電システム発電量計算分析. NDRI」参照日: 2016年8月4日, 参照先: <http://www.ndri.sh.cn/editor/UploadFile/201616104656190.pdf>
- 何曉萍, 劉希穎, 林艷萃 (2009) 「中国都市化と伴う電力需要予測」『*経済研究*』1: 118-130
- 河南省人民政府上海事務所 (2014年12月11日) 「河南省180か所の産業集積区の一覧表」参照日: 2016年9月19日, 参照先: 河南省人民政府上海事務所: <http://www.hnzhb.org/hezuo/jijuqu/2014-12-11/739.html>
- 河南省統計局 (2013年3月) 「2012年-2013年河南省産業集積区の発展分析と展望」参照日: 2016年6月17日, 参照先: 河南省統計局: <http://www.ha.stats.gov.cn/hntj/wangqizhuanti/jjpls/fenxiyuce/webinfo/2013/03/1361930335519688.htm>
- 賀曲夫, 劉友金 (2012) 「中国における東、中、西部地域の間に産業移転の特徴と動向—2000-2010年の統計データに基づく実証分析」『*経済地理*』32 (12): 85-90
- 近藤修平, 野林正盛, 銚井修一 (2016) 「時系列解析による住宅における電力消費量予測モデルについて」*Journal of Japan Society of Energy and Resources*. 37 (1): 34-42
- 林伯強 (2003) 「構造変動、効率進化とエネルギー需要予測—中国の電力部門を例として」『*経済研究*』5: 57-65, 93
- 劉振亜 (2012) 『中国電力とエネルギー (第1版)』中国電力出版社
- 澎湃新聞 (2015年12月30日) 「2016年に中国の内陸部原子力発電が一時停止に留まり、再開する可能性が低い」参照日: 2016年8月2日, 参照先: 澎湃: http://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_1415119
- 山野紀彦 (1999) 「地域別電力需要モデルの開発とシミュレーション—少子・高齢化時代の電灯需要分析」(財団法人電力中央研究所) 参照日: 2016年8月4日, 参照先: <http://cripi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/Y99006.html>
- 陶然, 汪暉 (2010) 「中国における転換中の土地制度改革: 挑戦と解決策」『*国際経済評論*』2: 93-123
- 王亦楠 (2016年3月1日) 「長江流域に原子力発電所の建設は巨大なリスクが存在する」参照日: 2016年8月2日, 参照先: 財新網: <http://opinion.caixin.com/2016-03-01/100914372.html>
- 夏禹龍, 劉吉, 馮之浚, 張念椿 (1983) 「階級理論と区域経済」『*科学と科学技術管理*』2: 5-6

中国エネルギー中、長期発展戦略研究項目組（2011）『中国エネルギー中、長期（2030、2050）発展戦略研究－再生可能エネルギー巻（第1版）』科学出版社
朱迅（2016）「中国の中部地域における再生可能エネルギーの開発の現状及び問題点－河南省を中心として」『公共研究』12：170-198

（しゅ・じん）

（2017年2月28日受理）

*本稿は、地球福祉環境研究センターの「研究プロジェクト5 地方自治体における再生可能エネルギーの活用と地方創生」に関わる研究成果である。（公共研究編集委員会）