

講演会 (第3部)

Renewable Energy Modeling: A Case Study in Taiwan

林 師 模

(台湾・中原大学国際経済・貿易学部教授)

○通訳者 皆さん、こんにちは、台湾中原大学の林です。本日は台湾のエネルギー政策について紹介しますが、日本語がわからないので通訳を通じてお許してください。

今日は、台湾のエネルギー政策の中、再生可能なエネルギーのモデル分析について説明すると同時に、若干台湾の原子力政策についても触れたいと思います。

今日の報告の内容は、私が所属している中原大学の応用経済モデル研究プロジェクトの一環として、配布資料にあるように、台湾のエネルギー政策を管轄するエネルギー局との共同執筆論文の一部を説明します。

一枚目のスライドは、本日の講演の概要について説明しますが、まず簡単にこの本報告の背景、動機と目的を説明して、その次に台湾のエネルギーの状況について説明したあと、台湾の原子力政策について紹介します。

再生可能なエネルギーのモデル分析に入りますが、先ほど朴先生も李先生も紹介したように、私は主にCGEモデルを使って経済分析を行い、CGEモデルのシナリオ、デザインとその結果を説明し結論を纏めたいと思います。

最初に、本報告の背景において説明しましょう。皆さんも御存じのように、現在我々が直面している国際社会において、いわゆる「温暖化ガスの削減」は最も重要な課題の1つではないかと思

います。この温暖化ガスを削減し、数値目標を達成するために、再生可能なエネルギー政策はますますその重要性を示しております。先ほどの両先生のご報告から、同様な政策目標が見られるのではないかと思います。

例えば、2000年から2009年までの間、ドイツにおいては、再生可能なエネルギーはエネルギー総消費量の16%を占めているような状況にもなっています。

ここで、再生可能なエネルギーの重要性を主張することはできるが、再生可能なエネルギーの発展の初期段階において、皆様御存じのように、非常にコストが高くて、こういう政策を推進するにあたって、様々な経済的なインセンティブを導入しなければならないということにもなります。その中、今日の話でも出ているような、いわゆる「固定価格制度」があり、「FIT制度」であります。このFIT制度はドイツで実施され、再生可能なエネルギーを推進するために、最も重要な政策の1つで、かつ効果がある手段の1つというふうに理解できます。現在、多くの国々が再生可能なエネルギー政策を導入する際、往々ドイツで実施したFIT制度、いわゆる「固定価格制度」を検討して、それを推進しているような状況であります。

この表を見ていただければわかりますが、これは、要するに台湾の再生可能なエネルギーを導入する計画であると理解していただければと思います。特に赤で示しているようなところでは、2005

年、2009年、2010年の現在の導入実績です。風力発電とか、太陽光発電（ソーラーパネル）の設備導入量とその単価の状況を示しており、また2015年、2020年及び2030年までの導入数値目標を掲げています。

次にこの表をご覧ください。先ほどお話した台湾が導入した固定価格制度の状況です。電力会社において、再生可能なエネルギーの発電量を強制的に購入させるよう電気料金のシステムです。太陽光発電に関して、この制度は2010年から導入し始めたが、この4年間の価格の変化を見て、この表からもわかるように太陽光発電の価格は減少する傾向にあります。2010年、例えば1から10キロワット、これが小規模の太陽光発電ですけど、11.8台湾ドルから2013年には8.183ドルに減りました。一方、風力発電について、若干上昇する傾向にあります。これはいわゆる海上風力発電ですが、陸を離れているところで建てた風力発電のほうで、4.1982ドルから5.5626に上昇しています。

今日の報告内容、研究の目的について、まず第1に、先ほど紹介した政府の再生可能なエネルギーの導入の目標に向けて、いわゆる「価格固定制度」の政策を説明します。様々な再生可能なエネルギーの組み合わせ、購入価格、どう設定すればどのように政策目標を達成できるか、あるいは研究開発の経緯、投資をどうすればいいかということをも明らかにしたいと思います。

第2に、この政策とFIT価格の関係、先ほどの太陽光パネルの例ですが、購入価格は下がっていますが、FIT価格はどのように投資、研究開発等に影響を与え、設備投資の間、どのようなトレードオフの関係があるかということについて明らかにしたいと思います。

この図は台湾のエネルギー供給の状況を示しているもので、1992年から2012年まで、20年間の

データを取っております。この図からわかるように、台湾の一次エネルギー構造です。まず1つは、下のほうの薄い青色の部分は石炭とその関連製品です。その上の赤い部分は原油とその関連製品です。次に天然ガス、バイオマスと廃棄物発電の順で、一番上に、土色の部分は原子力ですが、この20年間、原子力に関してはほとんど変化していません。

先ほどのエネルギー供給のほうもそうですが、基本的にエネルギー供給及び需要はともに増加する傾向にあります。この図は台湾の最終エネルギー消費の構造を示すものです。1990年から5年ごとのデータを取って、この図からわかるように台湾の最終エネルギー消費の主な部門は石油部門と電力部門であります。

この2つの表をご覧ください。これは何を説明しようかという、1つは発電方法別の発電設備量（MW）、もう1つは総発電量に占める発電方法別の発電設備量の割合（%）であります。まず、石炭について、石炭による火力発電は増加する傾向にあります。次に、原油による火力発電は2000年以降減少する傾向にあります。その主な原因は、石油価格が高騰したからであります。もう1つは天然ガスで、大きな割合を占めています。天然ガスによる火力発電は2000年の約14.4%から、2010年の約32.2%にまで増加しています。2010年現在の総発電量に占める発電方法別の割合をみると、石炭火力発電は約36.9%で、原油火力発電は約8.6%で、天然ガスは約32.2%で、火力発電全体は約77.7%で大きな割合を示しています。次に再生可能なエネルギーはどのような状況にあるかを見たいと思います。まず、風力発電について、約0.98%で、1%未満です。太陽光発電はわずかですが、総発電量の0.04%しかなかった状況にあります。

先ほど紹介したものは、発電方法別の発電設備量 (MW) と総発電量に占める発電方法別の発電設備量の割合 (%) です。次に発電方法別の発電量 (GWh) と総発電量に占める発電方法別の発電量の割合 (%) を説明します。重要なポイントは、風力発電の場合、先ほど説明した発電設備量は約0.98%ですが、実際の発電量は総発電量の0.42%しかなかったです。太陽光の発電設備量は約0.04%ですが、実際の発電量は総発電量の0.01%しかなかったです。その他、例えば、石炭とか、原油とか、天然ガスとか、化石燃料を使っている一次エネルギーは、この表で示した通りの時間的変遷を見ることができます。もう1つ注目してもらいたいものは、原子力発電の設備量とその総発電量に占める割合で、それほど大きな値ではないということもこれらの表から観察することができます。

次は、台湾の原子力政策について説明します。まず、触れておきたいことは、台湾の原子力政策の3つの基本原則であります。第1に、原子力発電の安全性を確立するという事で、特に日本の福島原発事故の教訓を受けて、原子力発電の安全性の確立を再度強調しなければなりません。第2に、着実に原子力エネルギー依存度を下げることです。第3に、これから徐々に脱原発社会へ向います。という、3つの方向へ進んでいます。

まず、特に日本の福島原発事故の教訓を受けて、台湾も原子力発電の安全性について、非常に真剣になっています。例えば、原子力発電の信頼性、安全性テストで、国際レベルの信頼性、テストの基準を導入するということになります。

また、福島原発事故の教訓を受けて、“10年に1度、原子力発電所全体の安全性評価を行う”という方針は強調されていますが、中でも例えばストレステスト見たいな、EUでは既に行っている

ような安全評価を、台湾も前もって実施しなければならないことを検討しています。

原子力エネルギー依存度を下げる基本方針について、まずは現在稼働中の原発は、商業運転期間終了後、延長しないということであり、日本を含み、多くの国々は温暖化対策として既存原発の商業運転終了後、延長する方向を考えていますが、台湾は考えていません。

次に、台湾の第四原発についてですが、これを稼働する前に必ず安全性能を確認しなければなりません。実際、第四原発は既に完成していますが、原子力発電の信頼性、安全性テストはまだ確認されていないので、今は運転していません。

第四原発と関連して、もしこの第四原発信頼性、安全性テストが確認された後、2016年に稼働するならば、稼働する前提として第一原発を運転終了するという事になっています。(記者注：2014年5月に、新しいエネルギー政策では、完成した第四原発は暫く商業運転しない方針を固めました。)

3つ目の基本方針について、これは要するに「脱原発社会」に向かっているということです。簡単にまとめますと、脱原発社会の社会・経済条件を、これから整備していかなければならないということです。4年に一度、原子力エネルギー依存度を下げるとの全体のスケジュールを評価して、徐々に原子力エネルギー依存度を減らして脱原発社会へ向かうということ、しかもこれを国の環境基本法に明記することということになっています。

次の報告内容は、CGEモデル分析に入ります。簡単にモデルの構造を説明します。まず、この分析のモデルはいわゆるCGEモデルで、先ほど李先生も、朴先生も説明した一般均衡モデルを使っています。我々のモデルは81部門を持っています。

す。モデルの特徴は幾つかありますが、まず、原子力発電部門を入れていることと、再生可能なエネルギー部門が入っています。再生可能なエネルギー部門の中で、バイオエタノールとか、バイオディーゼルとか、太陽光発電とか、あるいは風力とか、石炭ベースのCO₂捕獲技術とか、これらの先端な技術も入っています。もう1つの特徴は学習効果です。いわゆる「再生可能なエネルギー部門の生産性の蓄積」です。再生可能なエネルギーに関わる研究開発及び投資等の生産要素の投入を、総要素生産性にリンクすることを、モデルの中に入れてあります。

先ほど説明したCGEモデルの構造について、このスライドで示している詳細なものは、時間の関係で説明することができませんが、皆さんと共有したいものはこの図です。いわゆる「電力のネスティング構造 (nesting structure of electricity)」であります。発電部門において、非コージェネとコージェネの両部門に分けることができます。非コージェネ部門の中にさらに基盤電力 (base load) と調整電力 (intermediate and peak load) に分けることができます。左側の基盤電力には、原子力発電と石炭火力発電が含まれています。右側の調整電力は、夏期の空調や冬期の暖房等の需要に応じて、ピーク時の電力需要を調整するための電源設備容量で、再生可能なエネルギーの発電方法もこの部門に入っています。

次に、シナリオのデザインについて説明しますが、これにこの図で示したのは再生可能なエネルギーの価格です。基本的に価格は減少する傾向をシナリオの中に入れてあります。太陽光発電とか、風力発電等は全て価格が減少する傾向にあるという前提を仮定します。

シナリオでは、まずBAU (business as usual) シナリオは、要するに基本的に何も対策をしな

いときの状況ですが、それと将来的には合理的な補助金や研究開発投資の下の様々なシナリオで、太陽光発電や風力発電の設備容量の導入状況を確認したいと思います。投資の設定については、Chiao (2002) は、物理的と研究開発投資 (physical and R&D investment) の間に正の関係を示唆しました。そのため、我々は物理的と研究開発投資の間に同比率の増加率を設定しています。BAUシナリオでは、物理的と研究開発投資との相関関係を参考に、1981年から2009年の台湾の全体産業の年間成長率を4.4%に設定しています。

BAUシナリオでは、何も対策を取らないという前提で、要するに補助金とかFIT制度を余り積極的に進めないような状況を想定しています。次に、FITシナリオです。要するに、固定価格制度だけを推進し、研究開発投資に補助金を支給しないシナリオであります。もう1つは補助金シナリオで、固定価格制度を推進しないという前提であります。さらに、もう1つのシナリオは、固定価格制度と研究開発投資の両方に政策支援を行う場合です。

固定価格制度と研究開発投資の両方に政策支援を行う場合、さらに3つのシナリオを想定しています。1つ目は、FITシナリオと補助金シナリオを両方導入し、料率は個別シナリオの料率を適用します。2つ目は、FITシナリオを維持し、再生可能なエネルギーの政策目標を達成するために、追加的にどのくらいの補助金が必要かをシミュレーションします。3つ目は、FITシナリオに年間30%を減らし、再生可能なエネルギーの政策目標を達成するために、追加的にどのくらいの補助金が必要かをシミュレーションします。

時間の関係で、ここでは結論だけ見てもらいたいと思います。赤色の棒グラフは数値目標で、

青色の棒グラフはシミュレーションの結果です。FITシナリオでは、明らかに太陽光発電、陸上風力発電及び洋上風力発電の政策目標はいずれも達成できないという結果になります。

補助金シナリオについて、太陽光発電と洋上風力発電の政策目標はいずれも達成できませんが、陸上風力発電の政策目標は何とか達成できるような結果が出ています。その原因は、陸上風力発電の政策目標はそれほど高くなかったことと、洋上風力発電の政策目標は高く設定していますのでなかなか達成できません。

次に、FITシナリオと補助金シナリオの両方を導入するシナリオの結果を見ましょう。シミュレーションの結果から、太陽光発電と陸上風力発電はほぼ達成できますが、洋上風力発電のほうは依然として達成できない状況にあります。

このように、最後に結論を申し上げます。簡単に3点にまとめることができます。第1に、台湾の再生可能なエネルギーにおいて、政策目標を達

成するような道はまだまだ遠いということが、本報告のシミュレーションの結果で明らかになっています。第2に、FITに関して、固定料率を下げる際、補助金（研究開発投資）を上げなければ、政策目標を達成することができません。最後に、台湾政府は再生可能なエネルギーの研究開発（補助金）にもっと投資しなければなりません。補助金効果は台湾での再生可能なエネルギー発電を刺激するだけではなく、再生可能エネルギー産業の発展を強化することもできます。

○司会 林先生の講演会、逐次通訳を含み50分ぎりぎりになって、時間が制限されていますが、1つだけ、もし質問があれば受付したいと思えます。大丈夫ですか。じゃあ、時間の関係でもし質問があれば、後ほど林先生もこの会場にいらっしゃいますので、質問していただければ。林先生ありがとうございました。(拍手)