

〈研究ノート〉

伊東光晴『原子力発電の政治経済学』 (岩波書店, 2013年10月25日, 第1刷) を読んで

森 宏*

1. はじめに

第1章2節「日本で原子力発電を推進したものは何か」“アヘンのような交付金”(13頁)とか、「利権政治と田中某」(序Xi, 12, 17頁など)が出てくるが、著者自身がその分野に専門的な関心があるわけではなさそうだし、評者も同様である。本書の狙いは、帯に書かれた「真の課題は何か—公益事業論の立場から提言する」にある。「原子力発電(このあと原発と略す)が他の電源に比べかなり安い」は、我が国では永く「常識であった」(18頁)。著者がそれに疑問を感じたのは、1980年代の末ごろ、イギリスで原発の発電コストが安くはないという意見が出始めたのを知り、指導していた院生にその問題を追うことをすすめる、研究成果が出てからである。イギリスでは1986年にそれまで国有企業であった電力産業が民営化されたが、原子力発電の民営会社は、「化石燃料課徴金制度」(CO₂を出さず、環境政策上重要だから、CO₂を出す発電に課徴金を課し、それによってコスト

の高い原発を援助するという考え)によって守られたのである(19頁)。

福島の大事故の後、莫大な補償問題に直面しながらも、やはり原発はエネルギー資源の少ない我が国にとっては、不可欠でコストの安い発電電源であると言われている。OECDモデルを用いた勝田・鈴木推計がそれである(表1)。LNGと石炭の方が原発よりやや安いのが、現時点では円が著しく弱くなっているため、原発が一番安いと言われるかもしれない。この算出方式には、「埋没費用と外部費用」(第5章)が含まれていない、原発の宿命である供給の不可変性をカバーする揚水発電の著しく高いコストとセットで考えると云々の議論があるが、次節以降で取り上げる。

著者は「脱・反原発」であるが、脱原発をカ

表1 電源別発電原価の比較

(円/kWh)

原子力	LNG	石油	石炭	水力
5.73	4.88	8.76	4.93	7.20
(5.9)	(6.4)	(10.2)	(6.5)	(13.6)

出所：勝田・鈴木, 2005年6月。()内は、彼らが問題にした総合エネルギー調査会原子力部会(1994年12月)。本書, 20頁より転記。

* 専修大学名誉教授

バーすべきエネルギー源を、主として太陽光や風力などの自然エネルギーに求めるべき、またそれとの関連で主張される発電と送電・配電の分離が現実的な方策であるとは考えていない。これは著者が、オイルショック以後の電力料金の改定にかねてからの理論的主張「福祉のための価格づけと効率のための価格づけ」を適用したいという要請を受けて、1973年から政府の電気事業審議会に入り、委員・専門委員として長年現場に接してきた経歴を体現しているからであろう（序X）。名前は同じ「イトウ」でも、公益事業論の専門でもなく、また実際を知らない「ただの自由主義推進論者」とは違うのである（80頁）。その意味では、著者を審議会に招いた（進歩的な）通産官僚と軌を一にするところがあるかもしれない。

2. 電源別の発電／電力の性格

安全性や廃棄物処理、CO₂を含む環境汚染などの問題は避けて通れないが、本節では自然エネルギー発電との関連もあり、電源別の電力の「質」から始めよう。まず原発の大きな特徴は、稼働し始めたなら出力の調整は現実に至難で、ほぼコンスタントに電力が供給される点である。陽が沈めばゼロ、曇りの日や秋冬陽が弱くなれば産出量が激減する太陽光発電とは、きわめて対照的な性格である。他方電力需要は、企業や工場が休む日／時間帯は顕著に低下し、夏の暑い日は、特に10時から4時ころにかけて冷房需要などで急増する。夜分は顕著に低くなるが、冬場に入ると寒い日や雪が降れば暖房需要で時間的な需要パターンは大きく変化する（付録図A参照）。気象予測が進歩し、電力会社の努力もあって、直近の地域別・時間帯別の需要予測は相当程度できるようになっているが、原発の硬直的な電力供給とのギャップは不安定かつ大きい。

石油や石炭などによる火力発電の場合、出力

の調整は原発に比べるとはるかに自由だが、われわれが家庭で外出するときはエヤコンを止める、寒いときはスイッチを「中」から「強」に切り替えるほど簡単にはいかない。第一、巨大な施設に資本を投下し、人や諸資源を雇用している以上、利益が最大になるようなるべくコンスタントな操業を望むのが企業として当然な行動様式であろう。技術的にほぼコンスタントな出力と不安定な需要のギャップを埋めるのが、「揚水発電」と呼ばれる仕組みである。余った電力は電池に蓄えることが出来るが、必要な施設は巨大かつ高価で、能力の落ちた古い電池の廃棄は一大社会問題になるだろう。その点、水力発電所で、発電に使われた水をそのまま河川に流すのではなく、落下地点のダムに貯めておき、持って行き場のない余った電力を使って上の（第一）ダムに戻し、必要に応じて汲み上げた水を再び落として発電する仕方がある。2011年3月の福島原発事故の後、しばらくは「計画停電」などで総供給不足を切り抜けたが、その後3夏の猛暑を凌いだのは、動員された自家発電を含む火力発電の余力をセーブした、この「揚水発電」に負うところが少なくない。

現に水力発電の施設があり、不完全稼働が常態である場合は、余った電力をタダで使って揚水し、水を落として発電するのはいかにも合理的である。しかし、新しく原発を増設し、宿命論的な余力電力の捌け口／貯え口として揚水発電を考える場合は、話は別である。その目的で稼働される水力発電のコストは、いまや著しく高いのである。東京電力の場合、福島第一の一号機の出力（1日当たり）が46万kW、二号機から五号機までそれぞれ78.4万kW、六号機が110万kW、柏崎刈羽一五号機がそれぞれ110万kW、六・七号機がいずれも135.6万kWと巨大である。それに応ずるかのよう（本書、126頁）大きな揚水式発電所が幾つも建設されている。群馬県玉腹（出力120万kW）、栃木県の今市（同105万kW）、塩原（同90万kW）、山梨県の葛野

川（同80万 kW）である。これらの純揚水式に加えて、通常のダム式発電所に揚水機能を加えた混合揚水式発電所も四ヶ所ある。

「混合」を加えた揚水式発電のコストを推計するのは、火力や「純」水力発電に比べ、著しく難しいのは容易に想像しうる。揚水に使う余った電力を全くたどし、常にフル稼働するという前提であれば、積算は容易であろうが、コストは全発電量に占める原発の割合によって、また一定の比重を前提しても現実には時期・場所・時間帯によっても電力需給は常にインバランスだから、揚水発電のコストは不安定かつ複雑に変異するだろう。大胆な想定に基づく一つの試算として、大島堅一氏の推計があるが、それによるとキロワット時当たりのコストは、52円04銭である（表2）。（OECD モデル云々では、キロ27円とも28円ともいわれている、23頁）。

著者もかつて大胆な仮定を置いて推計を試みたが、発表できるものではなかったとのことである（126頁）。大島氏の推計では一般水力が低くすぎる感じがするとも書かれているが、それはともかく、揚水式のコストが先の表1で見た、原発の「狭義の」コスト＝6円弱に比べ、著しく高価であるらしいことだけは確かである。原発の「広義の」コストに、揚水と「混合揚水」のコストを如何に組み込めばよいかは、評者の能力をはるかに超えるが、稼働始めたら供給を調整できない原発の宿命的性格からして、これらの「シャドウ・プライス」（24頁）を無視することは適切でない。

この問題は、実は原発に限らない。供給が硬直的に安定している原発とは逆に、時期的・気象条件などによって供給が大きく変動し、また供給予測が難しい自然エネルギー発電にも宿命的に付随する。真夏のかんかん照りの日中は冷房使用で需要は増大し、太陽光発電の供給量はちょうど見合う程度かどうかは別としても、同じ方向に変動する。しかし冬場の夜間、暖房需要が高まった時、太陽光発電はゼロに落ちてい

表2 水力発電のコスト（一般水力と揚水の比較）
（円/kWh）

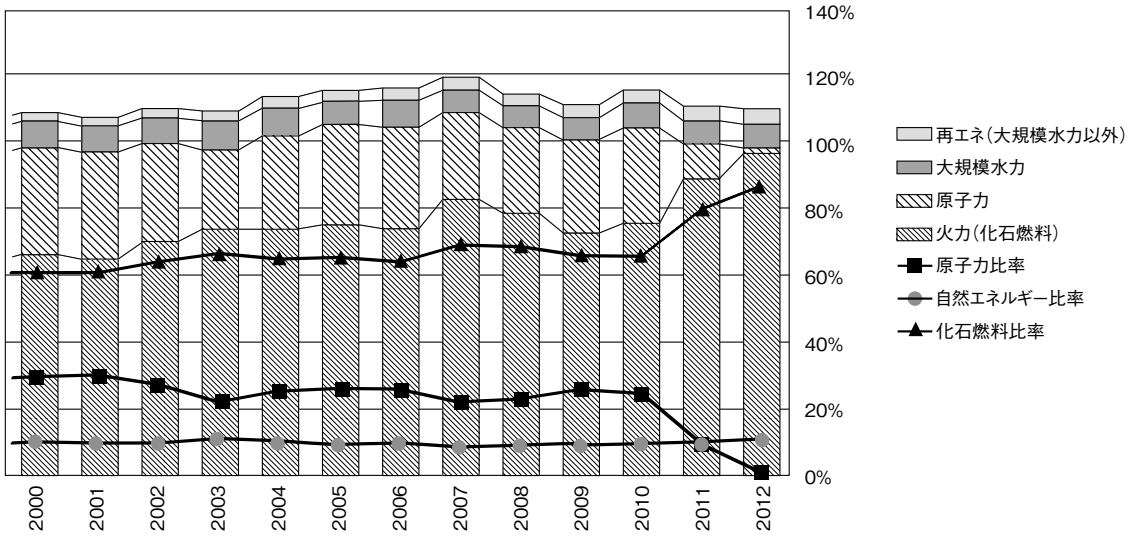
水力平均	7.09
一般水力	3.86
揚水式	52.04

出所：本書，127頁。

る。それをたまたま風力発電が補ってくれる必然性は全く存在しない。日本の冬の夜は、南アメリカの夏の日中である。しかし送電コストは禁止的になるだろう。左様な非現実的なケースでなくとも、太陽光発電と風力発電の供給が互いに補完し合うようになっているとは限らない。たとえば陽の照る時は風が凐ぎ、陽が沈めば風が立つわけではない。また猛暑の夏、風が特別強く吹いてくれるわけではないなどなど。また立地的に、風が強い地域は日照りが弱く、風力に期待できない地域では日照が強いとも限らない。その意味では、太陽光および風力発電は、当てにならない、フレキシブルな補完電力の存在を必要とする、一般企業にとってはまことに厄介な存在である。

現段階で、後述する地熱発電を含め自然エネルギーによる発電は全発電量の5%弱に過ぎないから（図1参照）、上のパラグラフで述べた「厄介さ」は、電力供給企業にとってそれほど大きな負担にはなっていない。しかし、今後自然エネルギー発電の比重が増え、自然任せで人為的な制御を超えて供給される電力を、国際的にみても著しく高い価格で無制限に引き取らざるを得ないのは、発展的に長続きしうる構図ではない。2012年7月1日から、「再生可能エネルギーの固定価格買い取り制度」が発足した（143頁）。売電がスタートした時の電力会社が買い取る価格は、あらかじめ決められた期間中変わらないことになっている。太陽光と風力についてみると、表3の通りである。風力については一概に言えないが、年間を通して日照がはるかに弱いドイツに比べ、我が国の買い取り価

図1 日本の電源構成（発電量）の推移



出所：電気事業便覧などから ISEP 作成（2012年度は推定値）
 自然エネルギー白書2013 第2章 図2-1。

表3 自然エネルギー固定買取価格——日本とドイツの比較

{日本}	(円/kWh)		{ドイツ}	(円/kWh) ^{*1)}	
	10kW 以上	10kW 未満		屋根設置	平地設置
太陽光	42円	42円	太陽光	31.76円	24.39円
買取価格	20年間	10年間	買取価格	20年	20年
風力	23.1円	57.75円	陸上風力	0-5年目	6年目
				11.61円	6.33円

出所：本書，144-46頁。

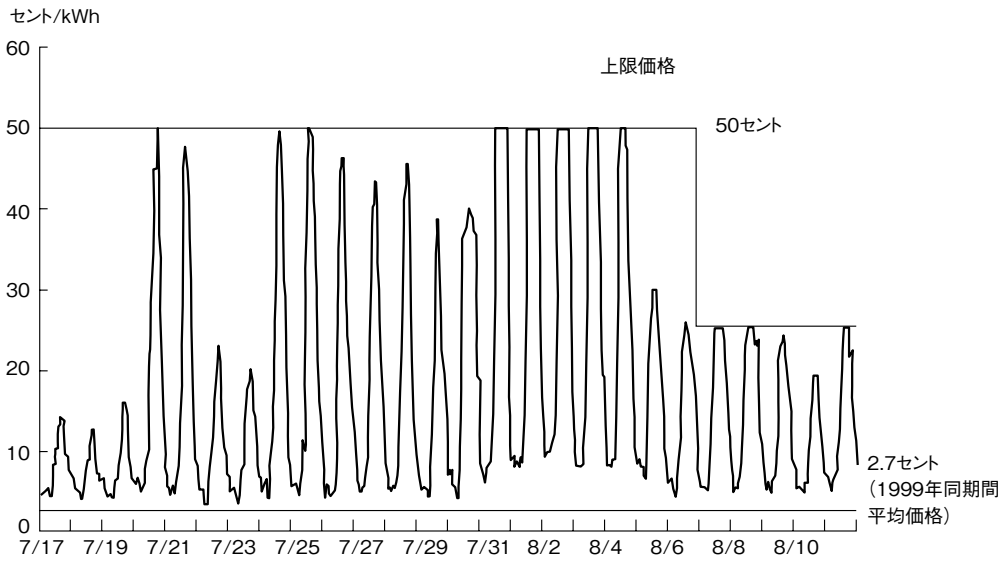
*1) 1ユーロ=130円換算。

格は2倍近く高い。

電力需給における原発電力や自然エネルギー電力とのセットの場合に限らず、一般に産出の時間的調整が自由でなく、生産された財の一次的貯蔵や遠距離移動が難しい、あるいは余って安くなっても消費が弾力的に増えるとは限らないケースでは、自由な競争メカニズムに任せておけば需給が調整され、生産流通が合理化されるとは限らない。1990年代末カリフォルニア州では発電と送・配電が自由化されたが、電力スポット卸売価格が極度に乱高下を繰り返し（図2参照）、ついには先進国では「前代未聞」の大規模な停電騒ぎを起こし（伊東，2007，16頁），

行詰まった。著者の現実に即した理論的立場は、電力の生産流通においては「垂直的統合」（発電、送電、配電を一企業が行う）が不可避であり、独占の害を如何にミニマイズさせるかが「公益事業論」の核心になるとの主張である。評者は本書および関連文献に目を通しながら、専門の農業経済学分野でかつて読んだ「生産者から消費者に到るまで、それは乳業資本の手で垂直的に結合され、云々」（松尾幹之『酪農と乳業の経済分析』，113頁）を懐かしく想い出していた。牛乳の市場流通では、米国でも古くから Federal Marketing Order 制度の下、生産された生乳の加工・流通は、連邦政府の厳しい規制

図2 カリフォルニアPX（州電力取引所）における卸電力価格の推移（2000年7/17-8/11）



の下に置かれている (Bailey, *Marketing and Pricing of Milk and Dairy Products in the United States*, 1997, etc.)。財の性格として、電力と比較すると牛乳は最終消費者段階でも、流通段階でも濃縮・加工を含み現実に相当程度の貯蔵性を有している。にも拘らず、需給の安定的調整のためには、米国においても何らかの独占、具体的には生産・流通の垂直的統合と公的な価格介入を必要としているのが現実の姿である¹⁾。

かと言って、既存の電力会社がわが国の電力供給において望ましいパフォーマンスを果たしているとは、著者も評者も考えていない。原発無しに、すでに3年の酷暑を乗り越えてきたのに、廃棄物処理場の当てもなく、福島原発の後始末も付けずに、現在休業中の原発の再稼働を図ろうとする電力会社の行動には納得がいきかねる。福島の重大事故を防止し得なかった東電の不用意、また事故発生後の度重なる不手際と繰り返される不誠実な言い訳には、評者のみならず心ある多くの人にうんざりしている。節を改めて、これからの電力供給のあり方について、著者の考えをみていこう。

- 1) 「酪農産業は1990年代後半に自由化された」と書かれているが (Kohls and Yhl, 2002, p.429), ここでは深入りしない。

3. 今後の日本の電力供給はどうあるべきか？

太陽光および風力が、わが国のこれからの主たる電力源になるとも、なるべきとも著者は考えていない。真夏の昼間のエアコンの電力を、各家庭の屋根上に設置した太陽光パネルから取り入れる、それでも余った電力は小型のバッテリーに蓄えて陽の落ちた後利用する。(著者は書いていないが) 冬季の昼間に産出された電力は、床下のコンクリート (蓄熱盤) を暖め、夜分の暖房に役立てるなどは、評者の身近でも実例があり、結構うまくいっているとのことである。小規模ないわば「地産・地消」である。太陽光発電に対する著者の期待はその程度である (157頁)。太陽光発電については、その不安定性とコスト高から、論者が言うように、近未来

の大きな電源たりえない。また CO₂の削減効果について、「無視できるほどわずかである」と言い切る(113頁)。12年7月1日に発足した「再生可能エネルギーの固定買取価格」は、「異常に高い」、またそれが実行されているのは、需要者に転嫁することが法的に許されているからである。

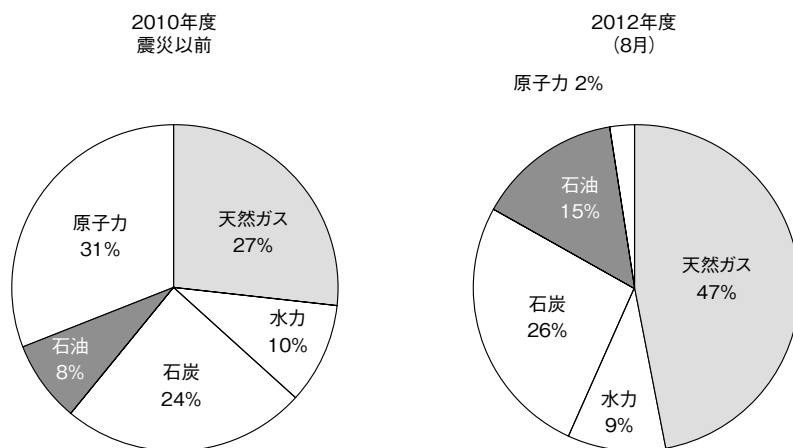
「電気事業は公益事業である」(151頁)。公益事業はある種の独占が許されている。その当然の結果として、需要者の利益を守るため適切な政府介入がなされねばならない。CO₂を出さない、また危険な原発に代替するからといって、異常に高いコストを消費者に転嫁するのは、国民の利益を守ることにならない、「誤った行政」である(150-51頁)。著者がコストの面と、CO₂排出による環境汚染を少なくするために期待するのは、最近注目されているシェールガスを含む、天然ガス発電である。図3に見るように、2011年3月の福島原発事故以降、わが国の発電は原子力が無くなった分、天然ガスの比重が20%後半から50%弱に高まった。同一発電量に対してCO₂の発生量は、石炭を100とすると、天然ガスを用いた発電は55であることは知られている(153頁)。シェールガスはLNGガ

スに比べ、採掘コストがはるかに安いとも言われている。世界各地に埋蔵され、埋蔵量は従来まで確認されている天然ガスと同量程度であるから、「21世紀の前半がシェールガスとLNGという天然ガスの世紀になるといって誤りはないだろう」(138頁)。

ただ日本の場合これまで電力会社が調達する天然ガスのコストは、アメリカの約3倍、ヨーロッパ各国に比べ50%程度高い。パイプラインで輸送できる国々と違い、液化して海上輸送される分高いのは当然だが、それ以外にもわが国の輸入価格は石油価格にリンクされた長期契約であること、さらには電力会社にとって安易に電力価格に転嫁することが許されているなどの理由から、国際的に見て異常に高くなっている。これらの点は、将来的に改めていく必要がある。著者は、「ヤードスティック・コンペティション」²⁾の考えを導入していけば、電力会社の経営全般を含め将来的に改善していけると楽観的である(139頁)。

天然ガスに限らないが、従来の火力発電の燃焼温度は5-600度の蒸気を作り、それでタービンを回す。ジェット機のタービンの原理で、1100度で燃焼させれば熱効率をはるかに向上し、発

図3 日本のエネルギー源別の発電電力量比率



出典：エネルギー白書(10年度)、電力調査統計(12年8月) 本書135頁から転記。

電あたりのCO₂の排出量も顕著に低下する。さらに最近開発された「コンバインドサイクル発電」³⁾を適用すると、熱効率はさらに向上し、発電あたりのCO₂も低下させることが可能になった。これは夢物語ではなく、東京電力ですでに川崎に3基設置されており、現在最新鋭のものが建設中である。発電能力はそれぞれ50万キロワットであり、4基揃えば原発2基に匹敵する。CO₂の排出は従来のものに比べ半分以下である(142頁)。

著者はわが国の地勢上並び発電機器の技術水準から、地熱発電に期待しているが、適地の大半が国立公園内に立地していることなどから、当面大規模な展開は難しい。むしろ「地中熱」の利用のほうがより实际的で、現に東京スカイツリーに使われ、電力利用を三割削減したと報じたNHKテレビにも触れている。巻末の補論「バイオマスエネルギーの可能性」のなかで、広島県のある大手製材所(従業員200人)が柱と板や角材などを取った残りの木の皮や木くずを燃料とした「バイオ発電所」の実際を紹介している。それまでは木くずは産業廃棄物として業者に年間2億4千万円払って引き取ってもらっていたが、自社発電で製材に要する電気をまかない、余った電力は中部電力に引き取ってもらい、利益が年5000万円になるという。なお余る木くずはペレットにし、一般の家庭や農業用ハウスなどで燃料として活用してもらう。

オーストリアは地下資源の乏しい国だが、国を挙げて製材のくずからペレットをつくり、「バイオ発電」と家庭の燃料に活用している。著者が注目するのは、経済面で石油に対抗できる点である。ペレットは同カロリーあたり灯油の2分の1の値段であり、その安さが設備費の高さを補っている。隣国のドイツは「経済性のない太陽光発電」を買取制度で電力会社に買い取らせ(ただし日本よりはるかに安い、表3)、そのつけを消費者に回している。オーストリアは、発電にしても、ペレットボイラーにしても、「市

場経済の中で経済性を実現している」(172頁)。著者はその道の専門家でないから、これらの発言がどれだけ客観性と一般普及性を有しているかは分からない。しかし原発を論ずる本書の中で、著者は一貫して「市場経済における経済性」を基本に据え、心情的観念論に流されていない。

2) yardstick : a three-foot measuring rod. Often = a standard of comparison (*Oxford English Dictionary*) で、比較のための常識的な尺度を意味する。価格設定に規制を受ける公益企業は、自らの選んだコスト水準に合わせて売価を決定し、しばしば非効率なパフォーマンスを導く。利用者の利益を守るべき行政は、同一ないし似通った複数企業にコストの内容/水準を提出させ、その中から妥当と思われる低い水準をベース(=ヤードスティック)として採用し、他の企業もその水準に導くように規制する(Andrei Shleifer, "A theory of yardstick competition," 1985, 319-327)。

3) 農業機械のコンバイン(刈取りと脱穀を圃場で同時に行う)と同じように、天然ガスを高温で燃焼させてタービンを回す第一段階について、そこから出る高熱で蒸気を作りそれでタービンを回すという二つを組み合わせた「段階的利用法」(141頁)。

評者のつぶやき

評者は1983年に専修大学の長期海外研修制度によって、米国ニュー・メキシコ州立大学、ニュー・メキシコ州東南部のラス・クルーセス市に1年間留学した。帰国後共同研究を続けるために、ほぼ毎年夏休みと春休みの期間、同大学に出かけていた。同州は米国内でも子牛供給で知られる繁殖牛地域だが、同僚のGormanの言葉で今でも覚えているのは「年間降雨が1インチ(2.5cm)ごとに、1 section(1マイル四方)あたり0.8 animal units(母牛と子牛1頭ずつ)増える」である。ラス・クルーセス周辺の降雨量は5インチだから、1セクション(256ヘクタール)に4頭の繁殖牛配置が適正限度である。日本の繁殖牛経営とは、比較の仕様がな

降雨量5インチとは、年間125ミリで、東京でも豪雨のときは1日で降ることがある。ラス・クルーセスでも時折強い雨が降ることもあるが、10-30分くらいでどこかに流れていく。年中お天気である。夏の間は日中100度（38度C）で、かんかん照りの毎日が続く。大学の古い建物は壁を厚く、南側には窓を開かず、断熱には配慮されているが、どの建物も全館空調で廊下を含め設定温度は65-70度（20度C前後）くらいの「快適さ」である。冷房に弱い評者は、到着の翌日研究室を与えられると、天井のダクトにペーパータオルを詰めるのが最初の仕事になっていた。

ずっと以前は、この地方は swamp-cooling（湿式冷房）だったようだが、最近の建物は一般住宅でも“refrigerator-type”が増え、それも日本のように各室ごとの小型ではなく、集中冷房が一般的である。自分で電気代を払ったことがないので分からないが、前者のシステムだと月30-40ドルが、後者になると楽に200ドルを超えるようになると思う。他方、屋根にソーラーパネルを乗せている家は、あまり目にしない。

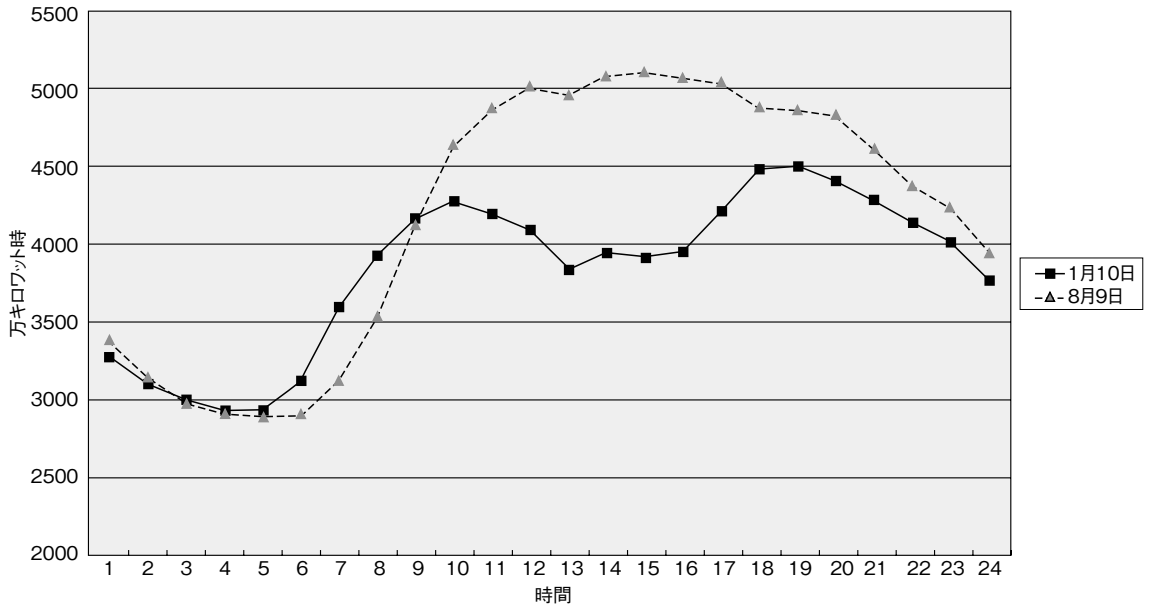
ラス・クルーセスに滞在している間中、「もったいない」、この日照をただ闘う対象にしておくのはいかにも合理的ではないと感じてきた。1997年の夏、専修大学の短期研修制度によってラス・クルーセスからオランダのデン・ハーグに移り住んだが、オランダの秋は早く、太陽も何処かに消えてしまったのを実感した。ドイツでは太陽光発電は経済合理性を持たないかも知

れないが、米国の南西部、ニュー・メキシコ州やアリゾナ州、広大な南部のテキサス州などでは、別の答えになるのではあるまいか、そうなるような仕組みを創り出す知恵はないものかと感じている。上のパラグラフで触れたように、広大な土地は農業用価値生産性が著しく低く、日本と違い太陽光パネルの平地設置の障害は一般に高くない。

参考文献

- 伊東光晴（2013）『原子力発電の政治経済学』第1刷，岩波書店。
——（2007）『日本経済を問う—誤った理論は誤った政策を導く』第2刷，岩波書店。
環境エネルギー政策研究所（2013）『自然エネルギー白書2013』。
松尾幹之（1966）『酪農と乳業の経済分析』農業総合研究所。
東京電力（2013）『でんき予報』インターネット。
Bailey, Kenneth W. (1997) *Marketing and Pricing of Milk and Dairy Products in the United States*, Iowa States University Press, Ames.
Gorman, William D. (1984) Professor, Department of Agricultural Economics and Business, New Mexico State University, Personal Communication, Las Cruces, NM.
Kohls, R.L. and J.N. Uhl (2002) *Marketing Agricultural Products* (9th edition), Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
Little, W.L. et al. Prepared, Revised and Edited by C. T. Onions (1965), *The Shorter Oxford English Dictionary*, Oxford at the Clarendon Press.
Shleifer, Andrei (1985) “A theory of yardstick competition,” *Rand Journal of Economics*, 16(3), 319-327.

付録図A 1日の時間帯による電力使用量，東京電力管内，2013年



出所：東京電力「過去の電力使用実績データ」『でんき予報』インターネット。