

出國報告 (出國類別：實習)

因應再生能源發展下之公用售電業 訂價策略

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：蔡欣茹 (業務管理師)

派赴國家/地區：美國

出國期間：108 年 3 月 24 日至 108 年 3 月 31 日

報告日期：108 年 6 月 24 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：因應再生能源發展下之公用售電業訂價策略

頁數 32 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：台灣電力公司 / 陳德隆 / (02)23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：蔡欣茹 / 台灣電力公司 / 業務處 /
業務管理師 / (02)23666674

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 開會 6 其他

出國期間：108 年 3 月 24 日至 108 年 3 月 31 日

派赴國家/地區：美國

報告日期：108 年 6 月 24 日

關鍵詞：南加州愛迪生電力公司 (SCE)、夏威夷電力公司 (Hawaiian
Electric)、時間電價 (TOU)、用戶試驗 (Opt-in / Default pilot)

內容摘要：(二百至三百字)

隨再生能源發電量提高，相較於能源效率提升，電業更需要的是負載轉移，因此在電價設計上，多是朝向導入時間電價的方式來進行。然而目前住宅用戶仍多適用累進電價，如何將其轉為時間電價，則必須進行用戶試驗。加州與夏威夷都有設定 2045 年達 100% 再生能源發電的目標，因此當地政府和電力公司積極推動再

生能源發展，雖然都是提供電費扣抵之方式鼓勵用戶參與，但還是有不同之處。

盼藉此次參訪經驗能提供我國在再生能源相關訂價上之借鏡與學習。

本文電子檔已傳至公務出國報告資訊網 (<https://report.nat.gov.tw/reportwork>)

目錄

壹、出國緣起.....	2
一、任務.....	2
二、緣起與目的.....	2
三、行程.....	3
貳、研習內容.....	4
一、夏威夷電力公司.....	4
二、南加州愛迪生電力公司.....	13
三、加州電力調度中心.....	24
四、加州 Brattle 顧問公司.....	26
參、心得與建議.....	30

壹、出國緣起

一、任務

研習美國因應再生能源發展下公用售電業訂價策略

二、緣起及目的

電業法於 106 年 1 月 26 日修正後，開放再生能源發電業及售電業進入零售市場，自此再生能源業者可直接售電給終端消費者，其價格及行銷策略，勢必對公用售電業的市場產生一定衝擊，公用售電業應有應對之價格策略，以避免關鍵用戶流失，對於未來再生能源發電占比大幅提升，電價結構亦應配合調整因應。此外，政府為扶持再生能源產業，同時於電業法子法明訂公用售電業須提供備援電力予再生能源業者或其用戶，該備援電力之電價是否比照一般用戶訂定，或基於公用售電業減收之成本、再生能源業者可能之投機套利行為等另作規劃，均有必要深入研究。

美國是推動再生能源主要國家，夏威夷、加州先後都訂定 2045 年達到 100% 再生能源組合標準的目標，因此當地政府和電力公司積極透過不同方式提高再生能源發電量，包括租稅抵減、各項大型採購等計畫。對於一般用戶，則主要是鼓勵裝設屋頂太陽能板，從而可以餘電回售扣抵電費。本實習計畫之目的即在整理和分析在這些推動再生能源發展的方式下的訂價策略與運作模式，俾供未來本公司設計相關方案之參考。

三、行程

(一) 研習日期：108年3月24日至108年3月31日，共計8天

(二) 出國行程：

訓練進修日期	訓練進修地點	訓練進修機構	參訪對象
3/24 (日)	往程	-	
3/25 (一)	夏威夷檀香山	Hawaiian Electric	Michael Chang, Alan Hong (資料 分析師)
3/26 (二)	夏威夷檀香山	Hawaiian Electric	Yoh Kawanami (主管需量反應設 計)
3/27 (三)	移動日	-	
3/28 (四)	加州洛杉磯	Southern California Edison	Robert A Thomas (主管費率設計) Ray Liang (資料 分析師)
3/29 (五)	加州沙加緬度	California Independent System Operator	John Goodin, Jill Powers (市場策略資深經理)
	加州舊金山	The Brattle Group	Ahmad Faruqui (首席顧問)
3/30 ~3/31	返程	-	

貳、研習內容

一、夏威夷電力公司 (Hawaiian Electric Company, HECO)

(一) 簡介

HECO 為夏威夷電力實業 (Hawaiian Electric Industries) 之子公司，為夏威夷人口最密集的歐胡島 (Oahu) 提供電力。HECO 的用戶有 30 萬戶，用電高峰時段多在平日下班後，最高負載則多在 9、10 月¹。HECO 目前經營的發電廠有 2 座燃油電廠 (裝置容量 1,150 MW)、1 座生質能電廠 (120 MW)、1 座柴油與生質能發電廠 (50 MW)，另有 1 座 113 MW 檀香山燃油電廠已停用。2018 年 HECO 裝置容量有 2,422 MW (含購電)，其中 1,785 MW 來自穩定的發電機組，包括 HECO 自有的 1,320 MW 以及民營電廠 IPP 的 465 MW。其餘 637 MW 則來自太陽能 and 風力等間接性能源，又以用戶端的太陽能發電設備 (460 MW) 最主要。2018 年 HECO 銷售的電力中，來自再生能源的比例就占 22%。

夏威夷四面環海，發電使用的燃料 100% 來自進口，加上各島間為獨立電網，必須增加更多的備用電源，因此成為全美最高電價地區。近年當地政府積極推動再生能源，同時設定 2045 年達到 100% 再生能源組合標準 (RPS) 的目標。為此，夏電提出各項再生能源發展計畫，包括 2016 年的電力供應改進計畫 (PSIP) 以及近期提交的第二階段徵求同意書 (RFP) 草案。²此外，夏電今年簽訂七項太陽能加裝儲能 (solar-plus-storage) 的購電合約，這些合約的訂定，進一步降低再生

¹ 2018 年歐胡島淨尖峰負載為 1,216MW，發生在 9 月 25 日下午 6:51。主因不是天氣太熱，而是濕度太高用戶受不了要開冷氣。

² 電力供應改進計畫 (PSIP)，提出 2017 年至 2021 年的具體行動方案，包括 2021-2025 年達 52% 的再生能源組合標準、提高需量反應措施、增加電網級再生能源發電等。2019 第二階段徵求同意書 (RFP) 草案，規劃將對太陽能、風力發電、再生能源+儲能等進行第二階段採購，以期增加 295 GWh 的再生能源發電量和 1,378 MWh 的儲能容量。

能源發電價格，從過去 PV 成本一度 16-17 美分，降至 10 美分以下，遠低於化石燃料成本（每度 15 美分）。

（二）推動用戶提高再生能源使用

HECO 透過私人屋頂型太陽能、社區型太陽能、自營發電等 3 方式，鼓勵用戶增加其再生能源發電量。

1. 私人屋頂型太陽能計畫

HECO 目前提供用戶安裝屋頂太陽能板可以選擇的方式有 4 種：智慧輸出（smart export）、用戶電網支應⁺（CGS Plus）、用戶自發自用（CSS）、用戶電網支應（CGS Plus）。

歐胡島	智慧輸出	CGS Plus	CCS	CGS
回饋金 (credit)	14.97 美分/ 度	10.08 美分/ 度	無	15.07 美分/ 度
計畫容量上限	25 MW	35 MW	無限制	51.31 MW
其他限制	搭配儲能	可供 HECO 管理控制	無	無
最低基本費 *	25 美元	25 美元	25 美元	25 美元
輸送電力至 電網	必須在下午 4 點後或早 上 9 點前輸 送才有回饋	全天	不可	全天

*最低基本費：若回饋金超過其電費，用戶仍須支付每期 25 美元的基本費，作為電網營運使用費。

(1) 智慧輸出 (Smart Export)

HECO 規定參加智慧輸出的用戶必須同時裝設屋頂太陽能板+儲能電池，用戶可以在白天(上午 9 點至下午 4 點) 自屋頂太陽能板為儲能電池充電，提供晚上的電力使用。此外，用戶在晚上、凌晨、清晨等特定時間輸送電力至電網可以得到回饋金 (credit)，但在白天則沒有。參加智慧輸出的用戶，輸送至電網的電力可用作抵銷自 HECO 所提供的電力。


回饋金以一年(12 次帳單週期)為一週期，一年到期進行結算時，所累積的回饋金會用來扣抵過去的用電度數 (kWh) 尚未用到回饋金扣除的部分。等到能扣的全部扣除後，剩餘沒有用到的回饋金則歸零。各島回饋金如下：

Island	12 a.m. to 9 a.m.	9 a.m. to 4 p.m.	4 p.m. to 12 a.m.
Oahu	14.97 cents/kWh*	No Credit	14.97 cents/kWh*
Maui	14.41 cents/kWh*	No Credit	14.41 cents/kWh*
Lanai	20.79 cents/kWh*	No Credit	20.79 cents/kWh*
Molokai	16.64 cents/kWh*	No Credit	16.64 cents/kWh*
Hawaii Island	11.00 cents/kWh*	No Credit	11.00 cents/kWh*

(2) 用戶電網支應⁺ (Customer Grid-Supply Plus, CGS⁺)

CGS+允許用戶安裝私人屋頂太陽能板，全天向電網輸送電力。但用戶使用的設備，必須可供 HECO 管理控制，這是 CGS Plus 和其他計畫最大的不同。而如果發生緊急情況，HECO 會將用戶端和電網斷開連接。

如同智慧輸出，用戶每月所輸送至電網的電力，每度電可以得到回饋金 (credit)，並可作為抵銷來自電力公司所提供的電力。回饋金以一年 (12 次帳單週期) 為一週期，一年到期進行結算時，所累積的回饋金會用來扣抵過去的用電度數 (kWh) 尚未用到回饋金扣除的部分。等到能扣的全部扣除後，剩餘沒有用到的回饋金則歸零。以下方為例：

	JAYNE Q CUSTOMER	Account Number:	123456789101	Service Address	Page 3 of 3				
		Invoice Number:	987654321	45678 MAIN ST	Contract:				
				12345678					
PROGRAM DESCRIPTION:									
You may receive credits for kWh sent to the company (column C) up to the amount of your kWh usage (column A).									
kWh sent to the company (column C) in excess of your kWh usage (column A) can be used in future periods. This will be stored as your cumulative banked credit (column G). After 12 billing periods or upon account closure, reconciliation will occur.									
During reconciliation, your cumulative banked credit (column G) will be used to credit you for any of your kWh usage that was not already credited in previous months (column A - column D - column F). Any remaining banked credit will be forfeited.									
Your monthly bill shall not go below the minimum bill amount plus surcharges.									
Date	Your kWh Usage (A)	Bill Prior to Credit (B)	kWh Sent to Company (C)	Eligible kWh Credit from Current Period (D)	kWh for Current Month Banked Credit (E = C - D)	Banked kWh Applied (F)	Cumulative Banked Credit (G)	Bill Net of Credit (H)	Total Savings (I)
06/05/2018	368	\$111.68	634	368	266	0	\$26.81-	\$74.59	\$37.09-
07/05/2018	360	\$113.75	993	360	633	0	\$90.62-	\$77.46	\$36.29-
08/02/2018	327	\$106.03	691	327	364	0	\$127.31-	\$73.07	\$32.96-
09/04/2018	461	\$148.08	594	461	133	0	\$140.72-	\$101.60	\$46.48-
	1,516	\$479.54	2,912	1,516	1,396	0		\$326.72	\$152.82-

- G：累積的回饋金
= (當期輸送至電網度數 C-當期用電量 A) × CGS+回饋金
- I：當期可以扣抵的金額
= 當期用電量或輸至電網的度數 (取小的) × CGS+回饋金
- H：以電價表計算的電費金額 B 扣掉當期可以扣抵的金額 I
- 最低電費 = 最低基本費 (\$25) + 綠色基礎設施費 (\$1.42)，電費金額不可低於最低電費。
- 等到一年結算時，用電度數尚未計入回饋金的部分，可由累計回饋金 G 來扣除。

(3) 用戶自發自用 (Customer Self-Supply, CSS)

CSS 指用戶裝設的屋頂太陽能板只能供自用，不能向 HECO 輸送電力。不過太陽能板可以結合儲能電池，將電力儲存至電池中於電價高時候使用。

(4) 用戶電網支應 (Customer Grid-Supply, CGS) - 已達申請上限

CGS 為允許用戶安裝的屋頂太陽能可以向電網輸送電力。但 2017 年 CGS 已達到申請容量上限。取而代之的是 Smart Export、CGS + 兩項新計畫。由於 CGS 為月結計畫，當期沒用完的回饋金無法保留至下期。此外 CGS 的回饋金計算，同樣是以當期用電量或輸至電網的度數取小者作為計算基礎。

	Utility Supplied (kWh)	Retail Rate	Bill (before credit applied)	Utility Received (kWh)	Lesser of kWh	Calculated Credit	Net Bill
Example:	350	\$0.25/kWh +\$9.00 Customer Charge +\$1.42 GIF	\$97.92	412	350	\$52.75	\$45.17
<i>Bill based on kWh Customer used</i>				<i>kWh Customer Supplied to Utility</i>	<i>Final bill with credit applied</i>		

- 回饋金計算基礎： $\min(\text{用電量 } 350, \text{發電量 } 412) = 350 \text{ 度}$
 $(350 \text{ 度} \times \text{CGS 回饋金 (歐胡島為每度 } \$0.1507)) = \$52.75$
 當月電費 = $\$97.92$ (原電費) - $\$52.75$ (CGS 回饋金) = $\$45.17$

除了以上 4 種方式，用戶參加私人屋頂型太陽能發電計畫還有 NEM 和 NEM+ 等 2 種方式，其中 NEM 已停止申請，而 NEM+ 則限制必須為 NEM 用戶。

(5) 淨計量 (Net Energy Metering, NEM) - 已停止申請

NEM 指 PV 用戶白天的超發電力，可立即輸送回電網，並作為抵銷夜間的用電，HECO 只以電力收支相抵後的淨用電量來計收電費。換言之，用戶的超發電力可以市價賣給 HECO，這一補貼對用戶來說十分優惠，但卻加重當地政府和電力公司的財政負擔。說明如下：

Date	Kilowatt Hours (kWh)					Credit for Net Customer Generation			
	Supplied by Company (A)	Received from NEM Customer (B)	Net kWh (C=A-B)	kWh for billing purchases (D)	kWh for Credit Calculation (E)	Energy Charge Credit (F)	Energy Cost Adjustment Credit (G)	Other Adjustments Credit (H)	Net Customer Generation Credit/Month (J)=sum(F:H)
05/15/2013	557	507	50	50	0	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
06/15/2013	440	438	2	2	0	\$0.00	\$8.01	\$0.00	\$8.01
07/16/2013	474	536	-62	0	-62	\$10.35	\$8.01	\$2.95	\$21.31
08/14/2013	464	500	-36	0	-36	\$6.02	\$4.44	\$1.85	\$12.31
09/16/2013	464	444	20	20	0	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
10/17/2013	477	384	93	93	0	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Total				165	-98	\$16.37	\$12.45	\$4.80	\$33.62

When the electric utility DELIVERS more kWh to you than it RECEIVES from your house/facility, these kWh will be converted to charges shown in your Bill Detail section. Previously accrued NEM Credit can be applied toward eligible charges that exceed the Minimum Charge. Billing kWh and Total Bill columns will show billable charges before any accrued credit has been applied.

Net Customer Generation Credit/Month will be added to your Cumulative Credit Balance to be used toward charges Eligible for a Refund. In this example, \$33.62 NEM Credit was available and \$30.77 of the charges were Eligible for a Refund. Thus, \$30.77 credit was applied, leaving a Cumulative Credit Balance of \$2.85 (\$33.62 - \$30.77).

Date	Billing kWh		Eligible for a Refund			Bill Refund		Cumulative Credit	
	(K)=(D)	(L)	Energy Charge (M)	Energy Cost Adjustments (N)	Other Adjustments (O)	Credit Applied (P)	Bill Net Of Credit (Q)=(L-P)	Applied (R)	Balance (S)
05/15/2013	50	\$25.46	\$8.35	\$6.57	\$2.18	\$0.00	\$25.46	\$0.00	\$0.00
06/15/2013*	2	\$17.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$17.00	\$0.00	\$0.00
07/16/2013	0	\$17.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$17.00	\$0.00	\$0.00
08/14/2013	0	\$17.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$17.00	\$0.00	\$21.31
09/16/2013*	20	\$17.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$17.00	\$0.00	\$33.62
10/17/2013	93	\$39.77	\$20.19	6.53	\$4.05	\$30.77***	\$9.00**	\$30.77	\$2.85
Total	165	\$133.23	\$28.54	\$13.10	\$6.23	\$30.77	\$102.46		

- 用戶淨電力消費量 C = 當期用電量 A - 輸出至電網的電力 B
- 當期用電量扣除輸出度數後，剩下的度數再依費率和相關附加費計算為電費 L (如果為正值) 或回饋金 J (如果為負值)。回饋金可以保留至下期以後扣抵電費，保留期限為 12 個月，且同樣有最低電費機制 (如上圖的\$17)。

NEM 的推行，成功的提高夏威夷太陽能發電量，但考量到隨 NEM 的增加，伴隨而來的技術面和經濟面問題，2015 年夏威夷公共事業委員會 (Hawaii PUC) 終止 NEM 計畫，不再接受新用戶申請，並由新的計畫 (CSS 和 CGS) 取代。惟已加入 NEM 的用戶，可以透過 NEM⁺ 安裝更多太陽能板。

(6) 淨計量⁺ (Net Energy Metering Plus, NEM⁺) - 限 NEM 用戶

NEM⁺ 適用對象為 NEM 用戶。參加 NEM⁺ 計畫，用戶可以裝設新的太陽能板或儲能電池，但增加的部分只能供自用。NEM⁺ 對於用電需求高的用戶 (用戶使用的電力超過輸送至電網的電力)，或有其他用電需求如購買 EV，提供一項選擇。如同其他計畫，NEM⁺ 最低費用 = 最低基本費 25 美元 + 綠色基礎設施費 (\$1.42)

綜上，不管是哪一種計畫均有最低電費的設定。不同的是 NEM 是以度易度，即以完全零售電價來計算回饋金，和其他 CGS、CGS⁺、智慧輸出等，皆以固定的費率給予回饋相比較，NEM 明顯優惠很多。以歐胡島來說，CGS⁺費率回饋金為每度 0.1008 美元/度，比 HECO 各類電價的一半（如下圖）還低。另一方面，考量到再生能源併網，電網穩定性日益重要，夏威夷在鼓勵再生能源發電的同時，也開始要求需要配合儲能電池（如智慧輸出）或是設計必須由 HECO 可以管理控制的方式（如 CGS⁺）。

Hawaiian Electric Company (Island of Oahu)

Rate Schedule	2018 Average Cents/kWh
"R" Residential	31.18
"G" Small Power Use Business	32.58
"J" Medium Power Use Business	27.44
"P" Large Power Use Business	25.17
"DS" Large Power Use Business, Directly Served	24.04
"F" Street and Park Lighting	28.38

2. 社區型太陽能（Community Solar）計畫

HECO 開放第一階段的社區型再生能源計畫，提供合格的社區型太陽能開發商或組織來申請。對於沒有裝屋頂型太陽能的用戶，可以透過參加這些開發商或組織提供的社區型太陽能發電，使用綠電。HECO 目前社區型再生能源，只有開放太陽能發電的項目。

參加社區型太陽能的用戶，電費單上標示的方式包含自 HECO 所提供的用電量和費用，以及扣除參加社區型太陽能發電的回饋金。如同其他計畫，用戶的電費不能低於用戶費、綠色基礎設施費、其他附

加費和最低基本電費 (demand charge) 等。用戶每月回饋金超過可以扣抵的電費，超過部分將轉入下期帳單來扣抵，回饋金保留期限為 12 個月內。各島每度回饋金金額如下。

Island	Capacity (MW)	Credit Rate (\$/kWh)	Technology
Oahu	5.0	0.15	Solar PV
Hawaii Island	1.0	0.15	Solar PV
Maui	1.0	0.165	Solar PV
Molokai	0.5	0.225	Solar PV
Lanai	0.5	0.26	Solar PV
Total	8.0		

3. 自營發電 (Generate Your Own Power) 計畫

自營發電主要設計讓用電量大的用戶能使用自身發電設備的電力 (再生能源發電或非再生能源的發電量)，減少對 HECO 的電力需求，從而減少電費。不過，用戶輸至電網的多的電力不會有回饋金扣抵電費。

(三) 時間電價搭配再生能源，反映負載型態

HECO 認為推動 TOU 最好時機，是用再生能源包裝起來推動。例如 HECO 對於用電量大的用戶 (大型商業用電)，配合太陽能發電，在上午 9:00 至下午 5:00 的半尖峰時段，電價為-0.08 美分/度，即負電價。

SCHEDULE TOU-P - continued

NON-FUEL ENERGY CHARGE: (To be added to Customer Charge)

On-Peak Period	- per kWhr	7.9200 ¢/kWhr
Mid-Day Period	- per kWhr	-0.0800 ¢/kWhr
Off-Peak Period	- per kWhr	4.9200 ¢/kWhr

MINIMUM CHARGE:

The minimum charge per month shall be the sum of the Customer Charge and the Demand Charge. The Demand Charge shall be computed

對於非時間電價的用戶，HECO 在電價設計上也有提供另外選用的搭配選擇，如下圖 HECO 的電價表 RIDER T 規定，可以和其他電價表如 Schedule J (Schedule J 為一般服務用電，各時段費率相同) 搭配，在尖峰、離峰時段原適用費率上，每度分別增加或減少價格。

RIDER T
TIME-OF-DAY RIDER

AVAILABILITY:

This rider is available to customers on rate Schedule J, DS, or P but cannot be used in conjunction with the load management Rider M, Rider I, Schedule U, and Schedule TOU-J. A customer may utilize this Rider in conjunction with Schedule SS.

TIME-OF-DAY RATING PERIODS:

The time-of-day rating periods under this Rider shall be as follows:

On-Peak Period: 7:00 a.m. - 9:00 p.m., Daily
Off-Peak Period: 9:00 p.m. - 7:00 a.m., Daily

RATE:

The rate(s) for service under this Rider including the Customer Charge, Energy Charge, and Demand Charge shall be as specified in the regular rate Schedule J, DS, or P except that the following charges shall be added:

TIME-OF-DAY METERING CHARGE - per month \$10.00

TIME-OF-DAY ENERGY CHARGE ADJUSTMENTS:

On-Peak Energy Surcharge - all on-peak kwh +2.00 cents/kwh
Off-Peak Energy Credit - all off-peak kwh -3.00 cents/kwh

二、南加州愛迪生電力公司 (Southern California Edison, SCE)

(一) 簡介

SCE 為愛迪生國際集團 (Edison International Group) 之子公司，服務地區涵概 5 萬平方英里之南加州地區，為 500 萬住宅及工商業用戶提供輸配電及電力服務，為加州三大電力公司之一 (其餘為北部之 PG&E，南部之 SDG&E)。

SCE 在 1996 年加州推動電力市場改革後，拍賣大部分發電廠，目前擁有並經營 33 座水力電廠、五座燃氣尖峰電廠、兩部複循環機組 (Mountainview) 及一部柴油發電機 (Catalina 離島)、25 座太陽光電廠 (SPV) 及 9 項電池儲能相關設備，但這些不足以因應轄區內 500 萬用戶之用電需求，必須向 IPP 購電。目前自產電力約占 16%，其餘 84% 電力係外購自 IPP。

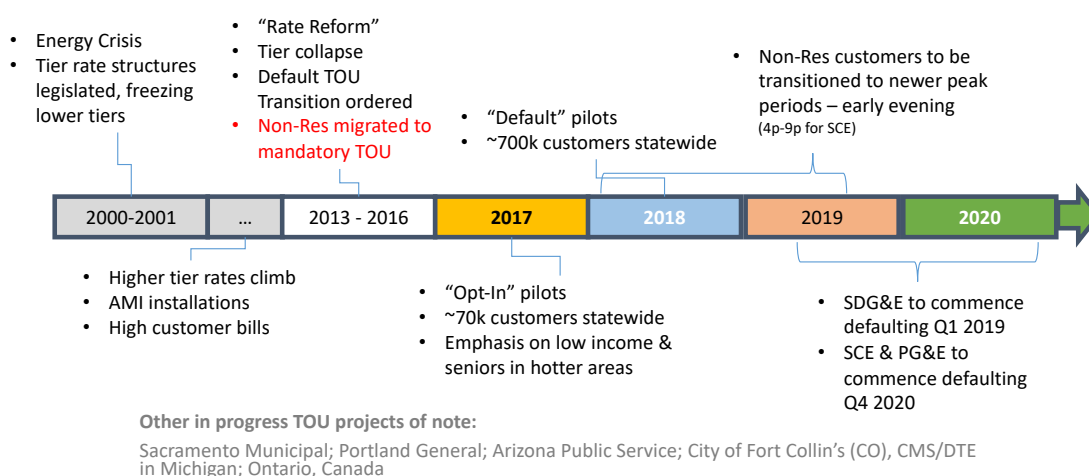
在電力市場改革後，SCE 分割電網與售電業務，目前仍擁有原有之輸配電設備與線路，但開放所有用戶之購電選擇權。SCE 目前電網總資產超過 380 億美元，包括 140 萬支電桿及 800 個變電所與 10.5 萬英里之輸配電線路，為因應未來經濟與人口成長需求，SCE 未來三年將持續投入 147 億美元，擴建及強化輸配電系統之基礎建設。SCE 在 2018 年之總營業收入 126 億美元，其中 42.8% 來自商業用戶，39.3% 來自住宅用戶，有 4.3% 來自工業用戶，其餘分別 4.5% 為政府機關，2.4% 為農業，其他營業收入占 6.7%。

(二) 加州推動再生能源發展

2016 年加州通過 SB 32 法案 - 2030 年全州的溫室氣體排放必須比 1990 年還要低 40%。為此，2017 年 SCE 發布一份《清潔電力和電氣化途徑》 (Clean Power and Electrification Pathway) 白皮書，建議加州的無碳電力 (風力、太陽光電、水力發電) 使用量應該倍增，從

目前不到 40% 水準，2030 年提高到 80%。鑒於風力、太陽光電等再生能源日益增加，所形成的鴨子曲線對於電網的影響，以及電價公平性等問題，帶來加州自 2013 年開始在電價設計上的轉變，除了非住宅用戶已強制適用時間電價 (Time Of Use, TOU) 外，住宅電價則持續進行累進級距的縮減，未來住宅用戶更將全面預設為時間電價。以下為加州住宅電價歷程：

California's Residential Pricing History



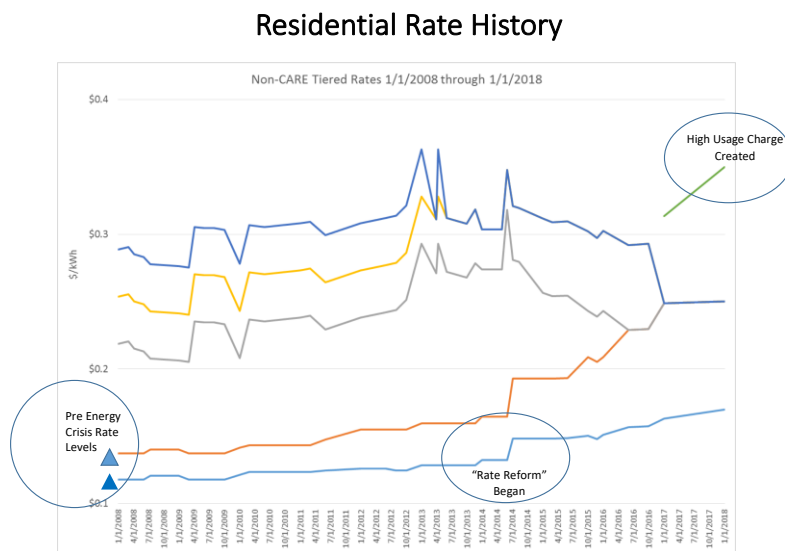
- 2013 ~ 2016 年，CPCU 進行稅率改革，逐步減少住宅電價級距。非住宅用戶強制選用 TOU。
- 2017 年進行 TOU 試點計畫。針對居住在高溫地區的低收入戶和年長者，以選擇加入 (Opt-In) 的方式進行試點。全加州有 7 萬戶用戶參與。
- 2018 年開始以預設 (Default) 方式進行 TOU 試點。全加州有 70 萬戶參與。
- 2018 ~ 2019 年，調整 TOU 時間帶，新的 TOU 尖峰時段從下午移至傍晚 (SCE 是從 2-8 p.m. 改為 4-9 p.m.)
- 2020 年 SCE 所有住宅用戶將預設為 TOU

(三) SCE 住宅電價的改革

1. 累進電價：縮減級距數，提高公平性

自從加州能源危機後，加州開始有不同的電價結構設計，累進電價最開始有五段累進級距，最高段的部分涵蓋電表裝置成本與再生能源建置等費用，並逐漸演變成高級距費率愈來愈高，致使民怨四起。以 SCE 來說，用戶中有 1/4 用戶為這些費用的主要支付者。而這些用戶中，多數是居住在高溫地區的中低收入家庭或年長者，由於空調用電需要，他們必須支付到最高級距的費率。

為了電價公平性起見，加州開始進行累進電價改革，從 2013 年 5 級距數降至 4 級距，並逐漸提高第 1 與 2 級之費率、降低第 3 及 4 級之費率，2016 年降為 3 級距，2017 年再降為 2 級距。目前來看，SCE 只有 10% 的用戶在最高級距的部分，大多數用戶的用電量皆在最高級距以下。另一方面則導入 TOU，讓高級距的用戶可以轉到 TOU。下圖為 SCE 住宅電價歷年價格和級距之變化。



2. 推動住宅時間電價：未來住宅用電將直接預設為 TOU

配合智慧電表布建和因應再生能源發展，加州開始全面推動 TOU。智慧電表提供電力公司清楚知道用戶在何時有多少的電力使用量，因此費率設計可以依據用戶的用電量及用電時段計費。此外，時間電價對於推動再生能源發展相當重要，原因如下：

(1) TOU 降低尖峰時段用電需求

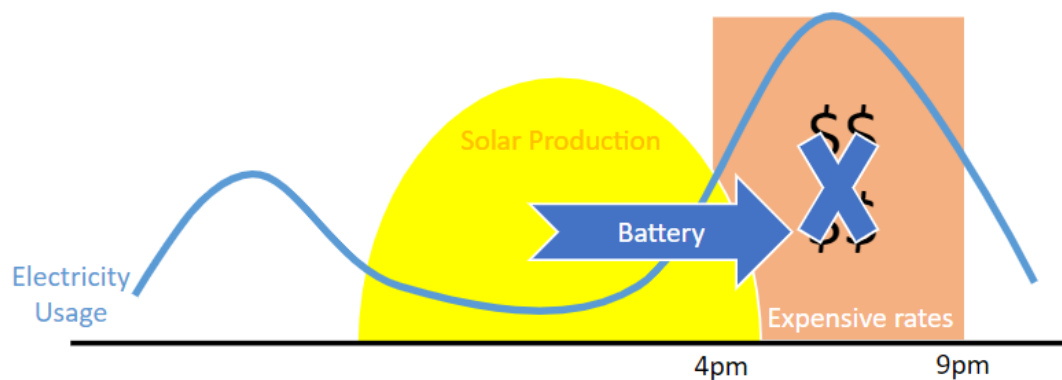
隨著再生能源大量併網，鴨子曲線愈來愈明顯，鴨脖子坡度更陡，造成供電(電網)成本增加，必須透過 TOU 降低傍晚時段用電需求。

(2) 透過 TOU，用戶能一同分享再生能源發電的好處

PV 發電時段同時也為 TOU 離峰時段，電價反映低成本的再生能源發電，用戶亦能享受較低的離峰電價。

(3) TOU 鼓勵用戶在供電量過剩時，進行更多能源消費或儲能

下午 PV 發電量大時，搭配 TOU 低電價，鼓勵用戶多用電。此外 SCE 將 TOU 尖峰時段從 2-8 p.m. 改為 4-9 p.m.，也進一步促使用戶增購儲能設備，以配合傍晚太陽下山時，PV 發電量逐漸減少，卻是用電尖峰時段，作為降低尖峰時段的用電成本。



加州政府於 2015 年通過第 D.15.07-001 號決議 (Decision D.15.07-001) ，住宅用戶將預設為 TOU 方式推動，而 SCE 亦自 2017 年開始，進行其住宅用戶 TOU 的各項試驗計畫。

過去 SCE 已有推出住宅 TOU 方案，但在 2017 年，SCE 進行住宅用戶選擇性加入 (Opt-In Pilot) TOU 的試驗計畫 (亦即，用戶預設為累進電價，但可選擇加入 TOU) ，並提供 3 種 TOU 方案給用戶自由選用。2018 年，SCE 進一步推出預設 TOU 試驗 (Default Pilot) ，將其 40 萬住宅用戶預設為 TOU ，但用戶仍可選擇退出 TOU 恢復為累進電價。兩項試驗內容如下。

	Opt-In Pilot (用戶選擇加入 TOU)	Default Pilot (用戶預設為 TOU)
試驗期間	2017-2018 年	2018-2019 年
試驗戶數	招募 2 萬戶用戶，針對高溫地區的低收入戶和年長者進行試驗	用戶 1/2 採預設為 TOU ，約有 40 萬用戶進行試驗
方式	必須用戶同意參加，並提供 200 美元的獎金作為誘因	採預設方式，不須用戶同意，且沒有額外參加費作為獎勵，但用戶可隨時選擇退出
試驗目的	了解高溫地區的低收入戶和年長者，對於 TOU 的反應	為全部改為預設 TOU 做準備，同時增進用戶預設 TOU 認知和用戶選擇
試驗方案	3 種方案供用戶選擇 1. 尖峰時段 4-9 p.m. 2. 尖峰時段 5-8 p.m. 3. CAISO 建議之春夏秋冬季節 TOU 方案	2 種方案供用戶選擇 (方案較 Opt-In 為溫和) 1. 尖峰時段 4-9 p.m. 2. 尖峰時段 5-8 p.m.

	Opt-In Pilot (用戶選擇加入 TOU)	Default Pilot (用戶預設為 TOU)
試驗結果	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高溫地區的低所得用戶對於負載抑低的效果比非低所得用戶佳 (尤其在冷氣空調的部分) ，與 PJM 、 San Diego 電業的試驗結果不同。 2. 用戶在試驗的夏季有負載抑低，但是在下一個沒有參加試驗的夏季，負載還是有抑低效果。 3. 家中如有裝設智慧恆溫器或是其他設備的用戶，有助於用戶了解 TOU 的價格訊號。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 分別在試驗的前 90 天、60 天與 30 天寄送 TOU 的通知後，經過 8 個月，40 萬用戶中總計只有 12% 退出 TOU 。 2. 對於尖峰負載的抑低，4-9 p.m. 方案在尖峰時抑低 1.5% 負載量，5-8 p.m. 因尖峰時間較短，電價也相對較高，尖峰可抑低 2% 負載量。 3. 低所得用戶對於 TOU 的認知較低。如何讓用戶清楚尖峰時間帶將是後續重點。

SCE 推動住宅 TOU 試驗，特別重視用戶滿意度，SCE 透過以下方式，讓用戶更有願意參加 TOU。

(1) 提供多樣化選擇

SCE 設計兩種不同 TOU 尖峰時段電價 (4-9 p.m. 、 5-8 p.m.) ，讓用戶可選擇哪一方案比較適合自己，有些用戶回到家後要煮飯洗衣服的關係，所以不希望尖峰時間太長，所以選擇 5-8 p.m. 的方案，儘管結果發現其實沒差 (電費沒有比較省) ，但用戶感覺有更多選擇。此外，預設 TOU 在方案設計上也較自由選擇加入的 TOU 更為溫和 (電價變化幅度較小) ，以減少電費的衝擊。

(2) 做好通知及電費模擬

以預設 TOU 來看，在預設前的 90 天、60 天與 30 天，SCE 會通知用戶將預設為 TOU，同時幫用戶模擬原電價方案與新電價方案的電費差異，因為這是影響用戶是否轉到 TOU 的關鍵。根據 SCE 評估，大部分用戶從累進電價轉到 TOU，電費支出不會有很大差別（差異只在正負 5 美元之間），而目前為止大部分試驗的用戶仍留在 TOU，也呼應其所做的評估。

(3) 做好宣導、溝通

SCE 在推出試驗時，會寄給用戶一份驚喜包（welcome kit），像是「歡迎來到 TOU」相關資料，有些用戶會很開心。此外 SCE 推廣 TOU 的方式包括海報、路邊招牌、汽車廣告等，且是有階段性的，例如一開始主打讓加州的人記得加州的美麗 - 讓加州的美麗延續下去。下一階段則開始結合 TOU 內容，為了讓加州維持美麗所以需要 TOU（因為溫室氣體減量目標，提高再生能源占比，搭配 TOU 移轉負載），以創造用戶選擇 TOU 的成就感。

(4) 降低用戶的風險

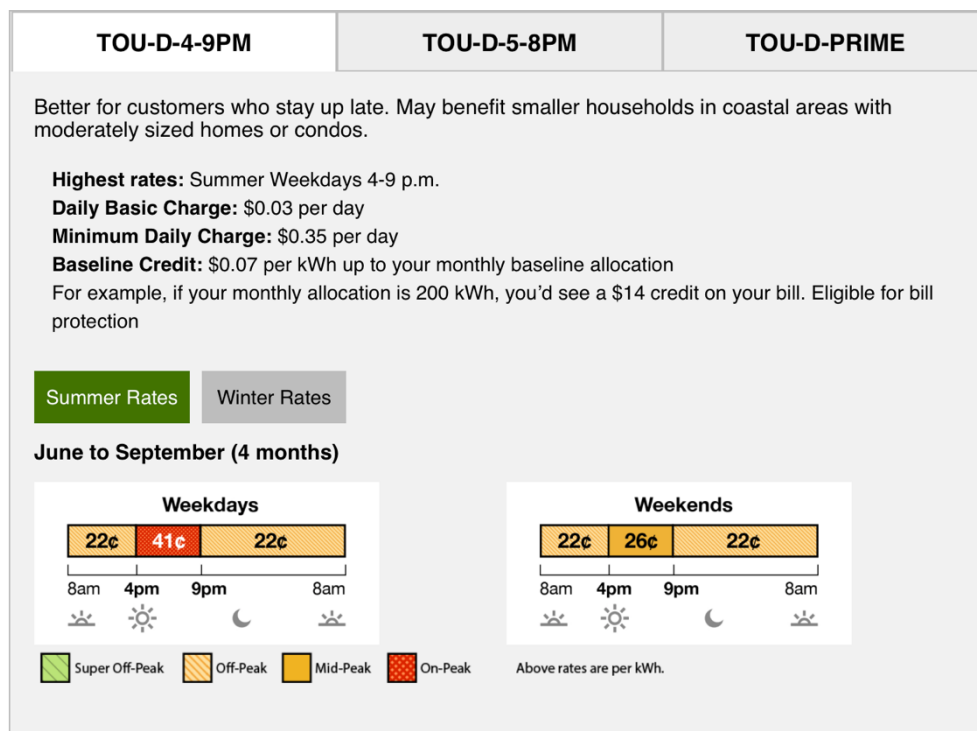
- 電費保護機制：SCE 為預設 TOU 的住宅用戶提供全年 12 個月的電費保護，用戶除可以隨時改變適用的方案³，不受 12 個月的限制外，若用戶依原本累進費率計得的電費較 TOU 電費為低時，SCE 會在 12 個月結束後退還差額。用戶未滿 12 個月就轉回累進電價，也能得到所累積的電費差額。
- 排除特定用戶預設為 TOU，如醫療用電補助計劃（medical baseline）用戶，此外，SCE 持續提供醫療用電補助計劃、家

³ SCE 表示，或許未來會設計當用戶轉回累進電價時，向用戶收取附加費（Surcharge），以鼓勵用戶留在 TOU。對於那些在尖峰用電很多的用戶而言，不會喜歡 TOU，所以很有可能回去累進電價，所以針對這些用戶，設計附加費以變相減少這些用戶尖峰時段的用電需求。

庭電費補助計劃 (FERA)、加州能源優惠計劃 (CARE)，幫助符合資格用戶的電費扣減，提高用戶參加 TOU 的意願。

(5) 從不同角度設計 TOU 以提高用戶由累進轉 TOU 的誘因，例如設計基準抵扣額的方式

2020 年 SCE 住宅用戶將全面預設為 TOU，對於住宅 TOU，SCE 設計基準抵扣額 (baseline credit) 的方式，給予用戶電費扣減，類似級距的概念 (用戶用電在多少度內會有折扣)。用戶在夏、冬季會各有一基準配給 (baseline allocation)，與累進電價所用的基準額度 (baseline allowance) 相同。以下圖為例，用戶每月配給為 200 度，每度 0.07 美元，則帳單會出現 14 美元的抵扣額。



(四) SCE 鼓勵住宅用戶提高再生能源發電之方案

2018 年加州通過 SB 100 法案 - 加州目標 2045 年前達到 100% 用電都來自潔淨能源，及 2030 年電業採用再生能源的比例提高到 60%。為提高住宅再生能源發電，SCE 也有綠色電價、淨計量、虛擬淨計量、自營發電獎勵等方式供用戶選擇。

1. 綠色電價計劃 Green Rate (提供沒法裝置太陽能板的用戶，購買綠電的方式)

SCE 提供 2 種綠色費率方案，用戶可以選擇使用電力 50% 或 100% 來自再生能源 (太陽能發電)。用戶透過參加 Green Rate，可資助當地太陽光電的發展，減少溫室氣體排放。此外，綠色電價計劃必須取得 Green-e® Energy 認證，以確保 SCE 所提供的綠電符合國家標準，和沒有重複計算的情形。

由於 Green Rate 為 SCE 代用戶購買綠能，所以可參加 SCE 綠色電價計劃的用戶，必須是 SCE 用戶 (即發電、電表計量和相關服務均由 SCE 提供)。參加 Green Rate 的用戶，其電費計算是在原本適用的電價方案，再加計無差異調整費用 (Indifference Charges) 及其他費用，作為參加綠色電價計劃的費用。(如下圖)

Green Rate Premium Summary per (\$/kWh)				
Rate	Total Credits	Indifference Charges	Other Charges	Premium Total*
Residential	(0.07592)	0.01584	0.08711	0.02703
TOU-GS-1	(0.08157)	0.01014	0.08711	0.01568
TOU-GS-2	(0.07617)	0.01320	0.08711	0.02414
TOU-GS-3	(0.07292)	0.01092	0.08711	0.02510
TOU-8-Sec	(0.06862)	0.00952	0.08711	0.02801
TOU-8-Pri	(0.06441)	0.00881	0.08711	0.03151
TOU-8-Sub	(0.05829)	0.00840	0.08711	0.03722
TOU-8-S-Sec	(0.06889)	0.00189	0.08711	0.02011

註：

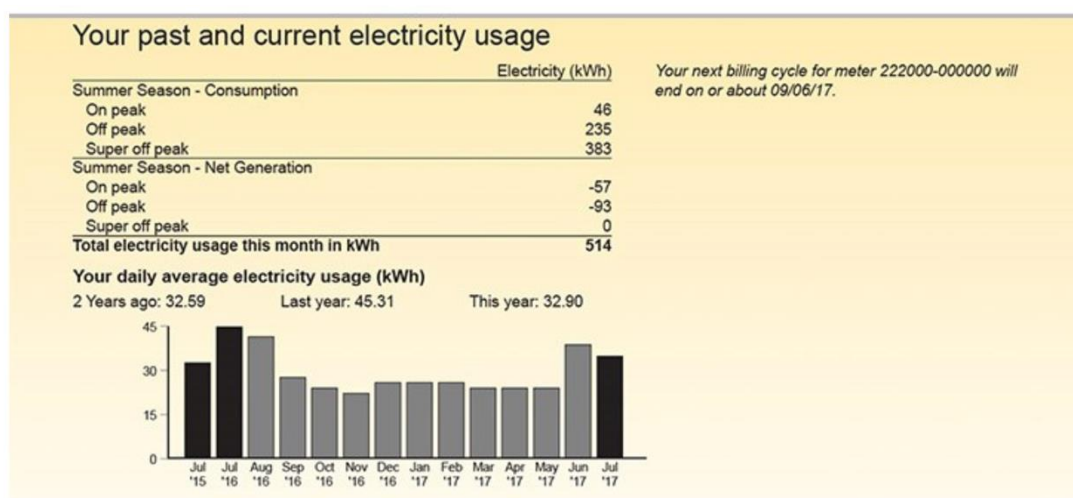
- (1) 回饋金 (Total Credits)：主要為因第三方提供發電服務，SCE 將返還等同基本費率之發電組合費用，以避免重複計算發電費用。
- (2) 無差異調整費用：由電費無差異調整 (Power Charge Indifference Adjustment , PCIA) 和競爭過渡費 (Competition Transition Charge, CTC) 組成，主要在確保用戶在參加 Green Rate 計劃之前，SCE 為了服務這些用戶所購買的能源支付費用，不會因為參與 Green Rate 計劃，使成本移轉到未參與者。
- (3) 其他費用 (Other Charges)：包括市場行銷、管理成本以及能源相關成本，包括再生能源整合費用、電網管理成本以及西部再生能源發電資訊系統費用等。

下表說明用戶因選擇綠色電價計劃，每月可能額外支付的費用。一般住宅用戶，用電度數 550 度，每月電費 100 美元，若參加綠色電價計劃，選擇使用電力 50% 來自再生能源，須額外支付 9 美元，若選擇使用電力 100% 來自再生能源，須額外支付 17 美元。

Estimated Additional Fee per Month				
Customer Type	Average Monthly Bill	Usage (kWh)	50% Option	100% Option
Standard domestic	\$100	550	\$9	\$17
D-CARE*	\$100	805	\$13	\$25
Non-D-DARE	\$100	497	\$8	\$16

2. 淨計量制度 (Net Energy Metering, NEM 2.0)

以 SCE 來說，住宅用戶大部分 (99%) 用戶使用再生能源，多是以裝設屋頂型太陽能的方式。在 2017 年 7 月起申請 NEM 的用戶，必須適用 TOU。因此在計費時，是依尖峰、半尖峰、離峰各時段，分別計算用戶輸出和輸入電力的數據。(如下表)



根據 SCE 電價表，有申請 NEM 的用戶，每月的電費除了計算用電量和輸至電網，兩者相差結果計算費用或回饋金外，主要還收取一項不可迴避費用 (Nonbypassable Charges, NBC)⁴。NBC 目的是用做提高能源效率、低收入戶用電補貼以及其他相關計畫費用的使用。

如同 HECO，當期沒用完的回饋金 (例如：用戶輸至電網的電力總計超過其用電量)，可以累積到下期使用，等到 12 個月結算時，沒用完的回饋金不能保留。此外，回饋金只能扣流動電費，不能抵每月必須支付的 NBC 和基本電費。比較特別的是，在 12 個月結算時，用戶總電力使用量為負值 (即用戶為淨輸出者)，SCE 會提供補償金予用戶。

申請 NEM 的用戶，其電力可以來自 SCE 或者社區選擇聚合方案 (Community Choice Aggregation, CCA)、直供 (Direct Access, DA) 等所提供的電力，主要的差別在於，如果電力是來自 SCE 提供，電費或回饋金的計算，是計算發電和輸配電，但如果電力是來自 SCE 以外，則支付給 SCE 或 SCE 提供的回饋金，則只有輸配電的部分。

Details of your new charges		
Your rate: TOU-D-A		
Billing period: 09/12/17 to 09/19/17 (7 days)		
Delivery charges - Cost to deliver your electricity		
Basic charge	7 days × \$0.02400	\$0.17
Your delivery charges include:		
• \$0.88 transmission charges		
• \$2.84 distribution charges		
• \$0.59 new system generation charge		
Energy-Summer		
On peak	10 kWh × \$0.13023	\$1.30
Off peak	-8 kWh × \$0.13023	-\$1.04
Super off peak	56 kWh × \$0.06993	\$3.92
Your overall energy charges include:		
• \$0.05 franchise fees		
Generation charges - Cost to generate your electricity		
SCE		
Energy-Summer		
On peak	10 kWh × \$0.29604	\$2.96
Off peak	-8 kWh × \$0.12705	-\$1.02
Super off peak	56 kWh × \$0.03955	\$2.21
Baseline credit	58 kWh × -\$0.09107	-\$5.28
Additional information:		
• Service voltage: 240 volts		
• Net Surplus Compensation option: Rollover		
Nonbypassable charges (NBCs)		
CTC, NDC, PPPC	159 kWh × \$0.20297	\$1.62
DWR bond charge	315 kWh × \$0.05228	\$0.80
Subtotal of your new charges		
Baldwin Park UUT	\$175.22 × 3.50000%	\$0.16
State tax	981 kWh × \$0.00029	\$0.02
Your new charges		\$5.62

⁴ 不可迴避費用 (NBC) 包括：公共用途計劃費 (Public Purpose Programs Charge)、核能發電除役費 (Nuclear Decommissioning Charge)、競爭過度費 (Competition Transition Charge)、水資源部代購電基金 (Department of Water Resources Bond Charge)。

另外，若 NEM 搭配儲能，SCE 則有規定能量輸出上限。若用戶裝置儲能設備，整月輸出至電網的度數大於上限，超過部分的度數必須扣掉，且是從尖峰時段輸出度數開始扣。

3. 虛擬淨計量制度 (Virtual Net Metering, VNM)

VNM 適用於分租或多戶住宅 (Multi-family) 的用戶，儘管這些公寓式集合式住宅沒有獨立的屋頂，但是可以在屋頂統一設置 PV 系統，所產生的電力透過電表分配給各住戶，以抵銷用電。VNM 的電費收取項目和 NEM 相似，包括：參加的用戶必須使用 TOU、收取不可迴避費用等。比較不同的是，對於每一申請 VNM 的租戶，SCE 有收取一筆 25 美元的費用。

4. 自營發電獎勵計畫 (Self-Generation Incentive Program, SGIP)

SGIP 是透過提供回饋獎勵 (Rebate) 的方式，促進現代化分散式能源的發展，並減少建置高成本化石燃料電廠的需求，從而減少溫室氣體排放。SCE 根據用戶所裝置的發電設備 (例如：風力渦輪機、內燃機、燃料電池和儲能系統等) 和產生的電能，提供不同回饋金。獎勵金由加州政府 (CPCU) 撥付預算，分為兩部分，發電獎勵占預算 20%、儲能獎勵占預算 80%。

三、加州電力調度中心 (California Independent System Operator, CAISO)

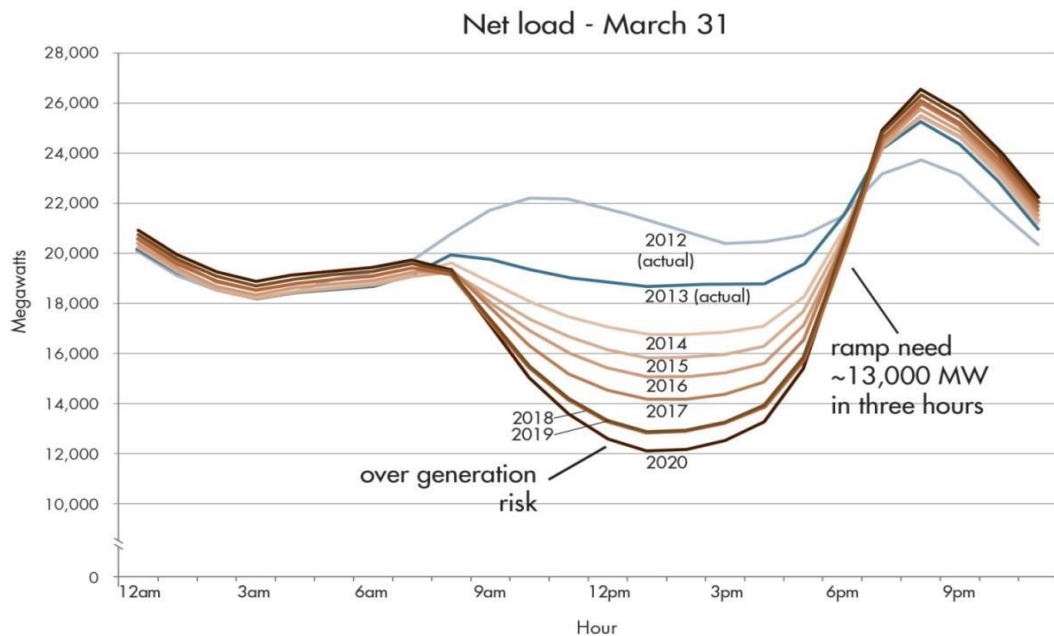
(一) 簡介

CAISO 的任務在維持電網的安全與可靠的電力，電力調度範圍包含加州與內華達州地區。CAISO 的電力市場分為能量市場 (包含日前市場、小時前市場、即時市場)、輸電壅塞管理市場、輔助服務市

場，並由市場中獲得足夠各種電力品質服務商品。

(二) 參訪內容

目前加州主要面臨高再生能源占比下，如何將再生能源整合之問題。加州訂有再生能源配比義務目標，即 2020 年再生能源發電量比例須達到 33%，2030 年須達到 50%，因此加州之售電業者必須保證其售電量中之一定比例來自於再生能源發電，故須與再生能源發電業者簽訂購電合約，並在 CAISO 能量市場中以低價投標，以確保能符合再生能源配比義務。



上圖為 CAISO 著名的鴨子曲線，由於再生能源將陸續併入電網中，扣除風力及太陽光電後之淨負載將持續降低，且在系統必須維持固定容量之強制運行機組 (must run)，將導致在從 2020 年之後出現過多電源之風險，2024 年白天時段之淨負載可能甚至為負值，此時除進行電源削減外，也必須搭配儲能設備來協助維持電力系統之平衡。為了使再生能源可整合進電力系統中，CAISO 目前提出包括推動時間電價、需量反應、儲能等解決方案，並認為最終還是時間電價。

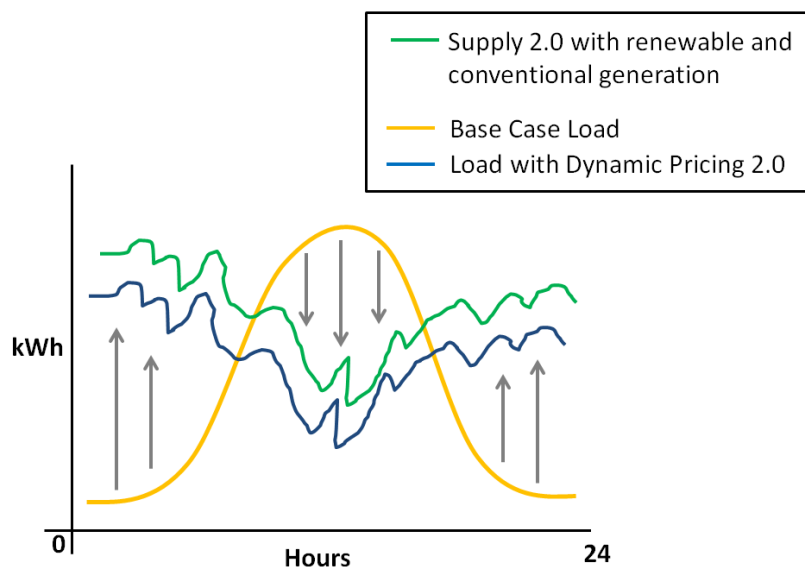
四、加州 Brattle 顧問公司 (The Brattle Group)

(一) 簡介

Brattle 為國際經濟顧問公司，主要為企業、事務所和政府機構等提供經濟、財務、法規諮詢服務。這次拜訪的是加州 Brattle 的首席經濟學家 Ahmad Faruqui。Faruqui 曾參與新墨西哥公共服務公司 (PNM) 零售電價訂定、出席 PG&E 累進電價說明的聽證會等。

(二) 參訪內容

Faruqui 認為，因應再生能源增加，負載型態改變，以及再生能源大量併網、再生能源間歇性特性，電力在調度上將在再生能源和傳統機組間迅速轉換，且難以預測。為維持電力供需平衡，電力公司必須進行負載的動態調整。而負載動態調整須透過 (1) 導入現代化的電價設計、(2) 配合技術應用來達成。當用戶接收到更強的價格訊號 (如尖峰電價愈高)，用戶調整尖峰時段用電行為愈明顯。此外，導入技術應用 (住家裝設智慧恆溫器等)，在尖峰時段亦愈能降低尖峰用電需求。像是用戶可以透過各項智慧裝置，預先設定好在電價高時段，依序關掉電器，減少用電。



Faruqui 認為隨著 AMI 智慧電表普及及各項新技術出現如智慧家電產品、屋頂裝設太陽能板、電動車等，電價方案亦應轉變，走向現代化電價設計。尤其現在的住宅電價(累進電價且級距數多)已過時，必須進行調整，即進行動態訂價。動態電價的內涵包括：

1. 以基本電費 (demand charge) 反映容量成本
2. 計收隨時間而變化的費用 (energy charge) 以反映流動成本
3. 以固定費用 (fixed charge) 反映用戶成本

其中，第 2 點電費計收隨時間而變化的電價設計方式包括：

項目	說明
尖峰時間可變動電價 (Critical Peak Pricing)	當預期供電緊澀時，電力公司會實施高電價，通常是日前通知，其餘時段則採較低電價作為回饋，屬事前補償概念。
時間電價 (Time Of Use)	事先按不同用電時段訂定差別電價，在離峰時段供電成本低，電價低，在尖峰時段供電成本高，電價高。
尖峰時間回饋電價 (Peak Time Rebate)	電力公司對於用戶在尖峰時段，以提供獎勵回饋方式，鼓勵用戶減少用電，屬事後補償概念。
變動型尖峰電價 (Variable Peak Pricing)	和 TOU 類似，事先訂定不同時段的電價費率，但尖峰時段的電價則是隨電力系統情況而變動。
即時電價 (Real Time Pricing)	電價隨著每小時的負載而變動，此外在負載特別高的日子，整體價格也會提高，電價一般會在前一日或一小時前通知用戶。下圖為 SCE 各別方案之即時電價每小時價格：

項目	說明
	<p style="text-align: center;">SCE - 即時電價</p> <p>0.1000 0.0800 0.0600 0.0400 0.0200 0.0000</p> <p>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25</p> <p> — TOU-GS1D-RTP — TOU-GS2D-RTP — TOU-GS3D-RTP — TOU-PA2D-RTP — TOU-PA3D-RTP — TOU-8D-RTP — TOU-8D-RTP-S </p>

各國電業近來皆走向動態電價：加州沙加緬度市電力公司提高基本費用，讓基本費用可以更真實反映服務用戶的成本，同時取消流動電費的級距，鼓勵用戶提高電氣產品的使用，增加對環境的友善，並設計包含尖峰、半尖峰、離峰等三時段的時間電價，作為住宅用戶的標準電價費率。馬里蘭州的三家公用事業將 PTR 作為用戶預設方案，且有 80% 以上的用戶因此節省電費。香港的中電電力也對其 2.7 萬用戶推出 PTR 方案。科羅拉多州的 Fort Collins 於 2018 年將全部的住宅用戶從累進電價轉為時間電價。

然而，如何讓住宅用戶從原先適用的電價轉至現代化電價，Faruqi 認為應透過九步驟，特別是步驟 7 進行用戶試驗。

步驟 1：設計想推的電價方案

步驟 2：計算用戶電費的改變

步驟 3：了解那些用戶會受到影響，想辦法降低這些用戶的影響（例如設定低收入用戶標準，提供折扣予這些用戶）

步驟 4：加入需量反應，重新模擬電費的影響分析

步驟 5：採取配套措施：

漸進方式推行新方案	例如新的 TOU 費率是尖峰電價是每度 25 美分，而目前是每度 15 美分，那第一年先提高為 17 美分，然後每年依序調高至 25 美分為止。
電費保護機制	提供一段期間的電費保護，用戶可以從新、舊電價方案中，以較低的電費來支付。
提供參加的彈性	對於會受影響的用戶，以自由加入方式提供新電價方案。對於大型用戶採強制性參加，其他用戶則設為預設。
技術應用	如在用戶端加裝智慧恆溫器等設備
財務援助	對於電費增加的用戶，提供一段時間內的金錢援助
分兩階段推出	將費率計收分為兩階段，第一階段若用戶用電情況和過去相當，則以現階段費率收費，第二階段才以新費率收費。

步驟 6：組成專案小組，向用戶說明新的電價方案和接受度。

步驟 7：進行用戶試驗，同時評估需量反應的大小

步驟 8：推出新的電價方案

步驟 9：新電價推出後，了解用戶適用情形。包括用戶問卷調查、架設專門網站和用戶溝通，並持續調整方案的設計。

推出新的電價方案，或將用戶從累進電價轉為時間電價，必須進行用戶試驗。試驗可以是採主動的預設方式 (default) 或是被動由用戶自由選擇加入 (opt-in)，好的方式會提高用戶的參與。Faruqui 建議對於想推行的方案，應採預設方式。他提到有些用戶，不管方案內容為何，就是喜歡用預設的方案。此外，他也用 3 種簡單數學式證明，比起讓用戶自由加入，採預設方式且用戶可以選擇退出方案，將可提高用戶參與率。



<u>用戶參與率高</u>	<u>用戶參與率低</u>
預設為TOU，同時提供用戶可以退出回至累進電價的選擇	預設為累進電價，同時提供TOU予用戶自由選用

另外，Faruqui 也認為累進電價並非級距多就可以減少用電（節約用電）或降低級距一定會導致用電增加（無法節約用電）的結果。Faruqui 曾以 3 種方法（Tier-Specific 法、平均價格法、邊際價格法）⁵評估 SCE 和 PG&E 縮減累進級距的影響，結果顯示降低級距對於用電量的影響只在正負 1% 之間，即費率結構改變對於住宅用電的衝擊不大。主要原因是級距縮減後，超過一半的用戶集中在的低級距費率會提高，高級距則因費率下降的用電增加，兩者相戶抵銷，住宅用電僅小幅下降。

參、心得與建議

一、推動時間電價是負載轉移的主要方法

隨再生能源發電量提高，相較於能源效率提升，反而更須要的是負載轉移。也因此，電價的設計多是朝向導入時間電價，配合負載型態調整時間帶或費率來進行。例如：HECO 對於用電量很大用戶，在白天太陽能發電量時段，用戶適用負電價。SCE 則將 TOU 尖峰時段從 2-8 p.m.改為 4-9 p.m.，白天是離峰時段，亦在反映再生能源的價

⁵ Tier-Specific 法是指累進級距中每一級距價格的改變，皆影響用戶對於該級距的用電需求。平均價格法為用戶用電的變化是受影響平均電價的影響，即電費金額的改變。邊際價格法為用戶用電量的變化是受邊際級距價格的影響。

格。而 HECO 對於非 TOU 的用戶，還有設計方案搭配方案的方式，讓用戶可以將非 TOU 電價 (A) 和其他方案 (B) 作搭配，使 A+B 結合起來像 TOU，提供更多彈性來推動時間電價。

此外，加州從 2013 年開始累進電價改革，儘管 SCE 認為縮短級距目的是為提供公平性，並非為了發展再生能源，然而縮減級距似乎是國際趨勢，而就我國而言，累進 330 度以下級距的費率太低，可能不利時間電價推動。

二、再生能源之訂價方式

加州、夏威夷都有設定 2045 年再生能源發電 100% 的目標，然而在推動再生能源發展的訂價方式上仍有一些不同，部分可能因為夏電仍為售電獨占，而加州已開放售電業。以 SCE 來說，SCE 的用戶在屋頂裝設太陽能板發電，可申請 NEM，以以度易度的方式扣抵用電，而用戶多發的度數可再依電價費率計算回饋金。但如果用戶再生能源是來自第 3 方業者（如 CCA），SCE 則視為用戶發電轉到其他家業者，所以在計費上，是收取輸配電費（不含發電）及 PCIA 等附加費，且沒有電費扣抵的問題。

Details of your new charges		
Your rate: DOMESTIC (SCE)		
Billing period: 01/17/18 to 02/14/18 (28 days)		
Delivery charges - Cost to deliver your electricity		
Basic charge	28 days x \$0.03100	\$0.87
Energy-Winter		
Tier 1 (100% of baseline)	294 kWh x \$0.08326	\$24.48
Tier 2 (101% to 400%)	279 kWh x \$0.15485	\$43.20
CCA cost responsibility surcharge		
PCIA	573 kWh x \$0.01876	\$10.75
DWR Bond Charge	573 kWh x \$0.00549	\$3.15
CTC	573 kWh x \$0.00075	\$0.43
Other charges or credits		
Generation Municipal Surcharge		\$0.45
Subtotal of your new charges		\$83.33
Your new charges		\$83.33

Your Delivery charges include:

- \$8.63 transmission charges
- \$49.55 distribution charges
- \$0.03 nuclear decommissioning charges
- -\$0.60 conservation incentive adjustment
- \$7.39 public purpose programs charge
- \$3.28 new system generation charge

Your overall energy charges include:

- \$0.75 franchise fees

Additional information:

- Service voltage: 240 volts
- Your winter baseline allowance: 294.0 kWh
- High Usage Charge applies to all

而在 HECO，PV 不管是來自用戶自家的屋頂或是參加社區型太陽能發電計畫，都是以回饋金扣抵電費的方式，且回饋金費率固定，

較一般用電費率為低。目前，HECO 提供的計畫包括智慧輸出、社區型太陽能、CGS + 等計畫。此外夏電的 FIT 和這些計畫是分開的（夏電目前已經停止 FIT 申請），即用戶能選擇參加 FIT 或是 NEM，不像台灣是餘電可以 FIT 價格收費。我國用戶參加太陽光電，也多是跟第 3 方買，基於扶持再生能源發展，目前或許可以視為住戶自用方式以度易度扣抵用電量，但隨再生能源的成長，長期應參考 SCE 方式，在電費中加入 PCIA 費用，回收已投資無法收回的相關成本。

三、重視用戶試驗

SCE 和 HECO 的用戶試驗是用戶實際適用某一電價方案，但可能搭配獎勵誘因，或有其他保障的方式，例如：SCE 於 2017 年推動住宅用戶試驗計畫、HECO 電動車試驗電價。試驗的方案是否推行成功主要看用戶參與程度，而這除了方案設計外，亦和試驗方式有關，像是 Brattle 就認為，應將想推行的方案設為預設方案。此外 SCE 和 HECO 電價表中，很多都有落日條款規定，即在何時該方案就不能申請，或是由另一方案代替，這是因為方案可能不斷的調整，才能找到最好的訂價方式，如此也提高方案調整的彈性。

四、發展潛在商機

再生能源開放轉直供，售電量不可避免會流失，夏電 Michael 認為保持競爭的做法是提供更多電表後端的服務（behind meter service）。假設未來用戶都自給自足，當發生斷電時，還是只會找 HECO，這時候如果可以提供額外服務就有機會留住用戶。他以 Cable TV 為例，Cable Box 是屬於 Cable 公司的，但消費者透過這個產品可以觀看電視，並付費給 Cable 公司。相同的模式如果應用到儲能中，公司將儲能租給用戶收取費用，用戶若透過儲能進行再生能源的調配或是 load build，對於電力公司將可以獲得額外的好處，一種雙贏的策略。