

國際電業住宅部門節能創新服務模式分析

根據國際能源總署(International Energy Agency, IEA)2019 年能源效率報告(Energy Efficiency 2019)指出，全球能效相關技術在進步，但結構改變過慢，其中，住宅部門在技術效率有所成長，但在擁有電子用品的數量和項目均增加，加上人口、氣候及其他因素影響下，整體能源使用仍呈成長趨勢。住宅部門受限於資訊的可得性(availability)及人的有限理性(bounded rationality)影響，致使住宅用戶在節電決策時常處於資訊不對稱(information asymmetry)的情況（如只能依賴電力公司每期電費帳單上的有限資訊進行用電調整），不僅影響住宅部門節電行為的發生，更限縮節電的成果。

鑒於此，本文研究美國 Duke Energy、PG&E 節能創新服務模式，探討運用用戶用電數據、用電特性與行為科學設計，設計節能創新服務之服務模式和推動策略，提升住宅部門的節電成果，以及節能創新服務衍生之商業模式。

一、Duke Energy & Uplight 策略聯盟

1.1. 電力市場環境背景分析

1.1.1. Duke Energy 背景分析

Duke Energy 為美國綜合電業(業務涵蓋發電、輸電、配電、售電，下文均使用綜合電業來代稱)，其售電範圍涵蓋美國東南部與中西部地區（印第安納州，佛羅里達州，肯塔基州，北卡羅萊納州，俄亥俄州和南卡羅來納州等 6 州），Duke Energy 面對的電力市場為競爭市場[1]。

1.1.2. 現狀與困難

由於美國環保意識不斷高漲，Duke Energy 決定降低燃煤發電、和核能發電，近年來，Duke Energy 公司積極轉型，大力發展再生能源，降低煤電業務比重，並關閉多個火電廠與兩座核電廠興建計畫。2017 年 8 月，Duke Energy 公司打算停止在佛羅里達州西部建造核電廠的計畫，表示為了填補核電項目的損失，將擴大太陽能發電和儲能業務規模。

Duke Energy 除受到能源配比轉型期間之電力短缺問題，還因法規規範電業必須協助用戶提升能源使用效率，所以 Duke Energy 要提升提升能源效率 (Energy Efficiency) 與能源節約 (Energy Saving) 之成效，朝向多元能源效率發展。

1.1.3. 轉型與突破

Duke Energy 響應政府法規協助用戶提升能源效率，陸續推出多項低壓用戶能源效率及需量反應方案來強化用戶參與度。其中，家庭能源報告 (Home Energy Report) 被 Duke Energy 內部評選為對用戶最有效之能源效率方案。此外，與節能服務商 Uplight 合作推出家電汰換相關服務提升用戶能源效率 [2]，藉由家庭能源報告為通路管道向用戶推薦能源效率較佳的電器設備和加熱設備，藉此達到創造增加其他收入、吸引新用戶、與提升既有用戶滿意度等成效。

1.2. 節能服務情境與模式分析

1.2.1. 家庭能源報告服務模式

Uplight 整合各類型的資訊，包括電表數據、能源使用歷史等，提供用戶能源使用數據、近似住宅比較、和電費目標追蹤，以及實用的客製化節能建議 (圖 2)。透過用電資訊揭露和能源使用教育，引導用戶調整電力使用習慣，或參考系統建議之時間電費方案，使用戶達到節能減費提升能源效率之目的。

Uplight 透過行為科學理論設計家庭能源報告影響用戶用電習慣，協助改變用戶朝向更節約能源的行為進行決策。例如運用目標設定理論讓用戶設定每月目標電費，定期告知用戶目前電費距離目標的差距，激發用戶改變行為自我實現電費目標。



(資料來源：[2]，本研究整理，2022 年 03 月)

圖 1、Duke Energy & Uplight 家庭能源報告

1.2.2. 家電汰換

Uplight 基於用戶用電數據分析結果，使用 NILM 用電解析技術分析住宅高耗能設備之用電情況，並提供相對應節能知識與建議，幫助用戶了解高耗能設備能源使用情況，以及如何搭配需量反應方案、時間電價方案等節電訣竅，降低高耗能設備的用電表現，節電資訊透過多種通路(電費帳單、家庭能源報報告、網頁、電子郵件、APP)達給用戶，引導用戶將老舊、或能源效率較差的家電汰換成能源效率家電。此外，Uplight 為提升用戶遵照汰換建議之比例，協助 Duke Energy 設計相對應的引流機制和需求面管理方案，提升用戶汰換節能設備之興趣。



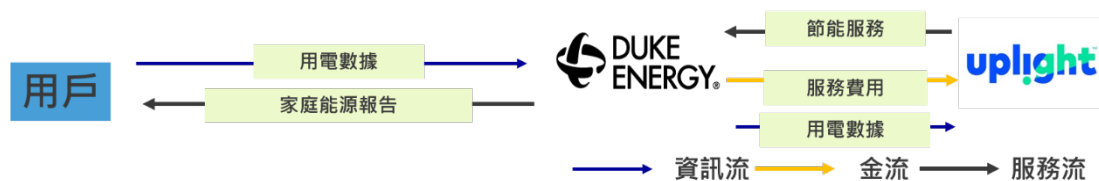
(資料來源：Uplight，本研究整理，2022 年 03 月)

圖 2、Duke Energy & Uplight 家電汰換服務

1.3. 情境分析

1.3.1. 家庭能源報告情境分析

節能服務商 Uplight 從 Duke Energy 智慧電表擷取終端用戶用電資訊，再提供 Duke Energy 能源使用分析報告以及客戶管理服務，Duke Energy 需要繳付授權費用給 Uplight，Duke Energy 透過專屬帳戶網頁、電子郵件、紙本報告、APP 等通路提供終端用戶家庭能源報告。



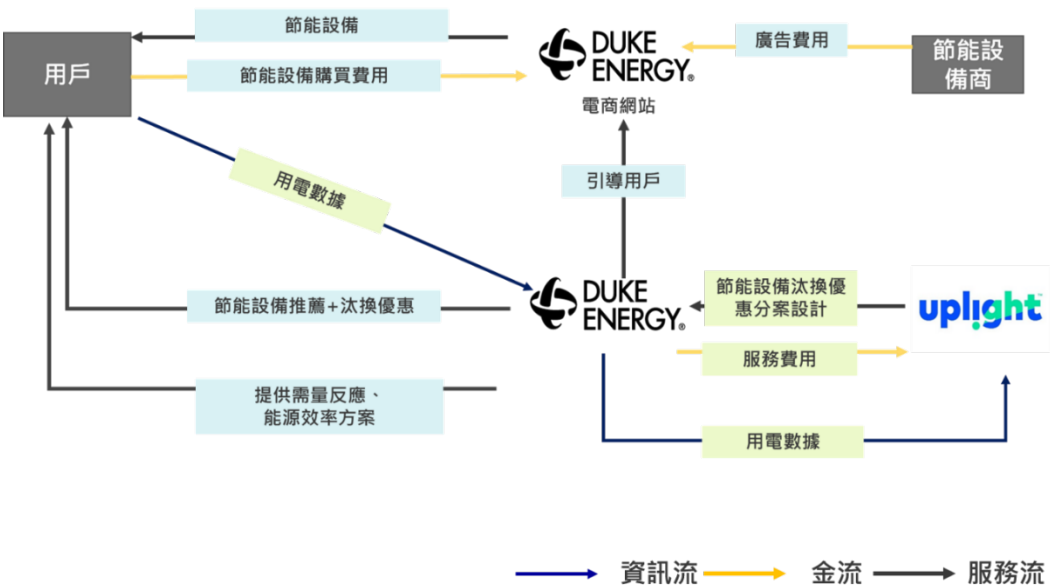
(資料來源：本研究整理，2022 年 03 月)

圖 3、Duke Energy 家庭能源報告情境分析

1.3.2. 家電汰換情境分析

節能服務商 Uplight 從智慧電表擷取終端用戶用電資訊，解析用戶家中高能耗設備(如空調、冰箱、熱水器等)耗能情況，Duke Energy 需要繳付授權費用給 Uplight。Duke Energy 透過家庭能源報告給予用戶家中高耗能設備的能源使用

情況，根據不同使用狀況提供詳細的節能建議，進一步激勵用戶至與 Duke Energy 有合作的電商或實體通路購買高效能節能設備。



(資料來源：本研究整理，2022 年 03 月)
圖 4、Duke Energy 家電汰換情境分析

1.4. 商業模式畫布

採用 A. Osterwalder 提出之商業模式畫布(Business Model Canvas)，透過 9 大面向(表 2)，詳細分析 Duke Energy 推出家庭能源報告、家電汰換服務的目的、與細節。

表 1、節能創新服務模式商業模式畫布分析構面

分析構面	分析內容說明
價值主張	標竿案例透過服務/制度為用戶創造節能價值的動機、或目的。
目標客層	標竿案例節能服務的目標顧客群體(如住宅、商辦、住商用戶等)。
服務通路	標竿案例利用溝通、接觸，與目標客層建立連結的介面，來傳達案例節能價值主張。

顧客關係	標竿案例透過節能服務、節能制度，想要與目標客層建立起來的關係型態。
關鍵伙伴	標竿案例推行節能服務，提供關鍵資源、以及執行關鍵活動，最主要的合作夥伴網絡。
關鍵活動	標竿案例節能服務、制度運作的必辦事項，協助標竿案例傳達價值主張、維繫顧客關係、與獲取節能效益。
關鍵資源	節能服務所需的基礎設施、實體資源(硬體設備)、與智慧資源(軟體、技術)。
推行服務的收益與好處	標竿案例成功將價值主張傳達給用戶後，從用戶處所獲得的量化與質化收益。
成本結構	標竿案例運作節能服務模式所需要的關鍵成本。

(資料來源：本研究整理，2022 年 03 月)

1.4.1. 家庭能源報告

- A. 目標客層：Duke Energy 針對住宅用戶進行調查，發現 68%住宅用戶希望能減少電費，因此推論家庭能源報告目標客層是希望節省電費之住宅用戶。
- B. 顧客關係：Duke Energy 希冀透過推出家庭能源報告服務，建立「可信賴的家庭能源顧問」之形象，翻轉因發電端造成環境汙染之負面企業形象。
- C. 價值主張：本研究認為家庭能源報告，可為 Duke Energy 帶來三項價值，第一、重新塑造企業形象：因 Duke Energy 近年在發電端造成環境汙染，導致企業整體形象不佳，致使重視環境保護的住宅用戶，轉換到其他家電業；第二、提升顧客滿意度：透過 HER 提供用戶客製化節電建議，滿足對電價費率敏感用戶之節費需求，進而提升顧客滿意

度；第三、推廣家電設備電子商務：透過 HER 為通路，增加節能設備的業外收入。

- D. 服務通路：包含用戶專屬帳戶網頁、電子郵件、紙本報告、APP 等。
- E. 關鍵伙伴：節能服務商 Uplight。
- F. 關鍵活動：透過家庭能源報告服務，提供用戶住宅能源資訊揭露，提升用戶住宅能源效率。
- G. 關鍵資源：家庭能源報告服務當中包含：使用者介面設計、用戶分群技術、客製化節電建議、NILM 用電解析技術等關鍵技術之運用，結合同儕推力、目標設定等行為科學服務設計，使用戶持續黏著使用家庭能源報告服務。
- H. 推行服務的收入與好處：透過家庭能源報告的節電建議，將為 Duke Energy 帶來兩項好處，第一、透過家庭能源報告為通路，向用戶推廣節能設備或智慧家電；第二、Duke Energy 有推出住宅能源健檢，用戶可付費享受住宅能源診斷服務。
- I. 成本結構：使用 Uplight 系統分析用戶用電數據，需向 Uplight 支付系統授權與數據分析費用。另外，用戶如接受報告中節電建議將會減少 Duke Energy 電費收入。


關鍵合作夥伴 (KP)	關鍵活動 (KA)	價值主張 (VP)	顧客關係(CR)	目標客層 (CS)
節能服務商 	家庭能源報告  關鍵資源(KR) A. 使用者介面設計 B. 用戶分群技術 C. NILM 用電解析技術 行為科學： A. 同儕推力 B. 目標設定	1. 重新塑造杜克能源企業形象。 2. 提升顧客滿意度。 3. 推廣家電設備和服務。	Duke Energy 希望成為用戶「 可信賴的家庭能源顧問 」。 通路(CH) 紙 本 報 告 /web/App/ 電子報等	> 對住宅節能、或電費帳單敏感之用戶群體。
成本結構(C\$) 1. Uplight支付系統授權與數據分析費用。 2. 用戶依照報告中節電建議會減少的Duke Energy電費收入			收入與好處 (R\$) 透過家庭能源報告的節電建議： 1.推廣節能設備或智慧家電。 2. 推銷住宅能源健檢等付費服務。	

(資料來源：本研究整理，2022 年 03 月)

圖 5、Duke Energy 家庭能源報告商業模式

1.4.2. 家電汰換

- A. 目標客層：有汰換節能設備需求的住宅用戶。
- B. 顧客關係：Duke Energy 推出家電汰換服務，建立「可信賴的家庭能源顧問」形象，透過專業家庭能源顧問形象引導用戶使用具能源效率的設備。
- C. 價值主張：本研究認為家電汰換，可為 Duke Energy 帶來以下價值，第一、重新塑造企業形象：塑造 Duke Energy 為住宅節能的專家；第二、推廣家電設備電子商務提升售電本業外的收入改善財務狀況。
- D. 服務通路：包含用戶專屬帳戶網頁、電子郵件、紙本報告、APP 等提供多重通路增加服務滲透。
- E. 關鍵伙伴：節能服務商 Uplight 和家電設備商。
- F. 關鍵活動：對用戶提供設備汰換優惠引導用戶將老舊、或能源效率較差的家電汰換成能源效率家電。
- G. 關鍵資源：家電汰換服務中包含家電行為能效分析、行銷方案設計等關鍵技術之運用，結合損失趨避、資訊不對稱、從眾效應等行為科學服務設計，增加用戶將家電汰換建議轉化為實際行動。
- H. 推行服務的收入與好處：Duke Energy 藉由節能設備購置補助，以優惠價格吸引用戶由購買由能源部認證的節能家電設備，創造售電以外的銷售收入。
- I. 成本結構：使用 Uplight 系統分析用戶用電數據，需向 Uplight 支付系統授權與數據分析費用。另外，用戶汰換節能設備將會減少 Duke Energy 電費收入。

關鍵合作夥伴 (KP) 節能服務商  家電設備商	關鍵活動 (KA) 家電汰換 關鍵資源(KR) A. 家電行為能效分析 B. 行銷方案設計 行為科學： A. 損失趨避 B. 資訊不對稱 C. 從眾效應	價值主張 (VP) 1. 重新塑造杜克能源企業形象。 2. 推廣家電設備和服務。	顧客關係(CR) Duke Energy希望成為用戶「 可信賴的家庭能源顧問 」。 通路(CH) 紙 本 報 告 /web/App/ 電子報等	目標客層 (CS) ➤ 有汰換家電設備需求之用戶群體
成本結構(C\$) 1. Uplight系統授權與數據分析費用。 2. 用戶依照報告中節電建議會減少的Duke Energy電費收入。			收入與好處 (R\$) 透過家庭能源報告的節電建議： 1.推廣節能設備或智慧家電。 2. 推銷住宅能源健檢等付費服務。	

(資料來源：本研究整理，2022 年 03 月)

圖 6、Duke Energy 家電汰換商業模式

1.5. DUKE Energy 節能服務成效

1.5.1. 節電成效

(1) 家庭能源報告

參酌 Duke Energy 家庭能源報告，提供能耗追蹤、同儕比較、客製化節電建議等加值服務內容，以國際間行為式節能服務可達節電量保守約 3.8%計[4]，以美國家庭戶均每月用電度數 893 度，用戶每月約可省下至少 34 度電。

(2) 家電汰換

參酌 Uplight 家電汰換服務，提供客製化高耗能設備汰換建議、設計汰換行銷方案，為超過 3000 萬用戶提供服務，估計一年可節省 1.5 億 kwh。如以國際間設備汰換可達節電率 15%計，以美國家庭戶均每月用電度數 893 度，用戶每月約可省下至少 134 度電。

1.5.2. 行為改變

(1) 家庭能源報告

Duke Energy 為評估家庭能源報告的正向效益，針對服務通路差異給予相對應的評估指標。紙本報告約 65 萬用戶(25%)在閱讀家庭能源報告後，會與家人討

論家庭能源報告內容。此外，Duke Energy 推出家庭能源報告主要目的為翻轉企業形象，因此還關切用戶收到 HER 後是否對 Duke Energy 印象有所改觀，超過 50%受訪用戶表示有提升對 Duke Energy 服務的滿意度。

Duke Energy 希望增加用戶在家庭能源報告網頁的停留時間，根據美國行銷公司 Go-Gulf 統計，使用者對網頁的平均注意時間約為 8 至 12 秒間，Duke Energy 家庭能報告在多次調整使用者介面設計後，用戶平均停留時間提升至 4 分鐘。

(2) 家電汰換

Duke Energy 藉由多渠道推廣通路，如電子郵件、電費賬單資訊、和社交媒體，詳細說明節能設備規格和節能設備購置補助，提高年輕族群對家庭設備能源效率的認識，幫助用戶重視 Duke Energy 提供的節能建議，2020 年 Uplight 協助電業客戶在家庭用戶中汰換超過 170 萬台節能設備。

二、PG&E & Enervee 策略聯盟

2.1. 環境背景分析

2.1.1. 背景分析

PG&E 為美國加州地區三大綜合電業，面對的電力市場為開放市場，營業範圍包含輸配電、電力銷售、瓦斯銷售等業務，PG&E 為加州地區三大綜合電業(另兩家為 SCE 及 SDG&E)，面對的電力市場為開放市場，供電區域為加州北中部用戶約 540 萬戶。

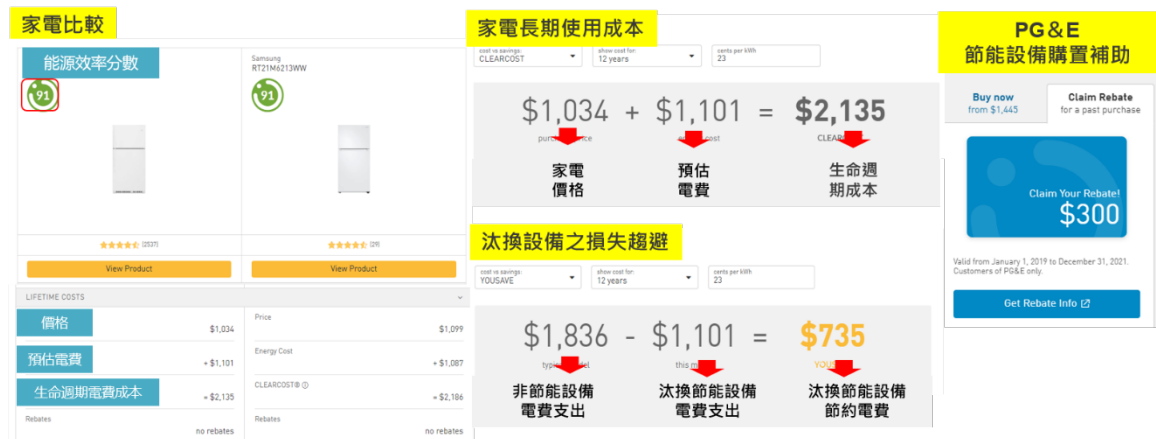
2.1.2. 現狀與困難

加州政府推動售電業節能義務方案，將提升能源效率列為售電業應盡之義務，同時大力推動再生能源政策之發展，根據加州參議院法案 32(SB32 法案)，加州溫室氣體排放在 2030 年前應低於 1990 年排放水準之 40%。

2.1.3. 轉型與突破

PG&E 與其他加州售電業者，受到 SB32 法案規範除增建再生能源發電設施外，增加再生能源發電量外降低發電端碳排放量外，還必須推出用戶節能改善方案，盡可能協助用戶提升其能源使用效率，PG&E 所推出節能義務方案涵蓋商業、照明、工業能效、新興技術、與住宅能效等七大類，但 PG&E 察覺到單憑金錢誘因對用戶節電效果不如預期。

有鑑於此，PG&E 與節能服務商 Enervee 合作推出 PG&E 電商平台(PG&E Marketplace)，藉由數據科學、行為科學和數位營銷，推出「選擇引擎」將家電設備能源效率轉化成直觀易懂的能源效率分數，顯示家電設備的能源效率排名。同時導入行為科學理論設計使用者介面，提升用戶使用者體驗(user experience)。Enervee 藉由揭露汰換節能家電設備之長期使用成本和電費損失趨避，消除消費者心中對購買節能設備的認知、心理和財務障礙，這些障礙阻礙了用戶購買節能設備產品的決心，提高消費者汰換節能設備之意願。



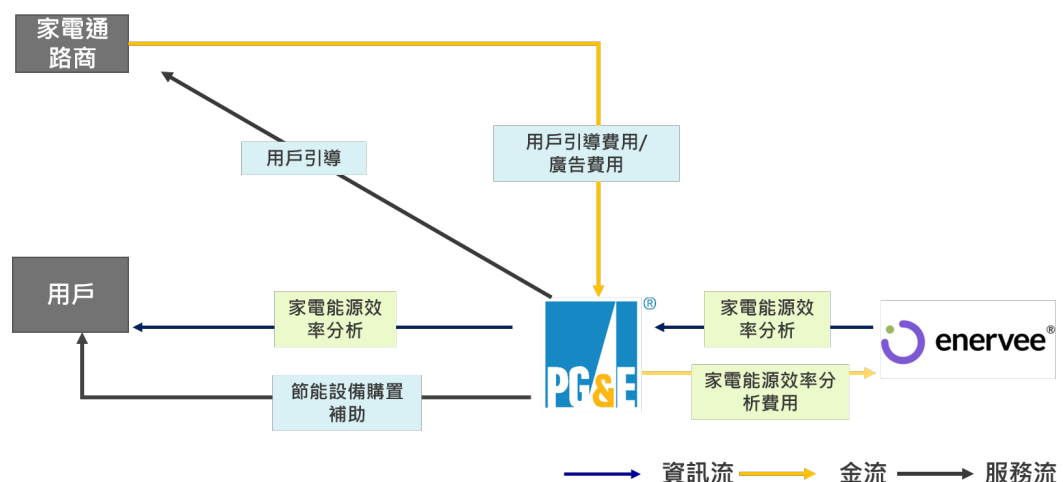
(資料來源：[5]，本研究整理，2022 年 03 月)

圖 7、PG&E 家電汰換服務

2.2. PG&E 節能服務情境與模式分析

2.2.1. PG&E 家電汰換情境分析

PG&E 從智慧電表擷取終端用戶用電資訊，解析實證用戶家中高能耗設備(如空調、冰箱、熱水器等)耗能情況，藉由多渠道推廣通路，如電子郵件、電費賬單資訊、和社交媒體，詳細說明節能設備規格和節能設備購置補助。Enervee 開放應用程式介面 (API)，讓 PG&E、家電商和家電通路商於 PG&E 電商平台上提供多項資訊給終端用戶，如節能設備規格、汰換節能設備的節省電費成效、汰換節能設備的長期成本、和節能設備購置補助，進一步激勵用戶至電商或實體通路購買高效能節能設備。




(資料來源：本研究整理，2022 年 03 月)

圖 8、PG&E 家電汰換情境分析

2.3. 商業模式畫布

本小節藉由商業模式畫布分析 PG&E 推出家電汰換服務，所要建構的商業模式。

- A. 目標客層：有汰換設備需求的住宅用戶。
- B. 顧客關係：PG&E 近年被懷疑其線路維護不佳造成加州森林大火，希冀能透過推出家電汰換服務翻轉負面企業形象。此外，PG&E 委託第三方調查機構的調查結果顯示，有 46% 使用者表示 PG&E 電商平台有助改善 PG&E 整體印象。
- C. 價值主張：本研究認為家電汰換，可為 PG&E 帶來以下價值，第一、重新塑造企業形象；第二、推廣家電設備電子商務提升售電以外的收入來源。
- D. 服務通路：以網頁為主要服務通路。
- E. 關鍵伙伴：節能服務商 Enervee、家電設備商、家電通路商(含實體賣場與電商平台)。
- F. 關鍵活動：透過行為科學和設備能效資訊揭露，幫助用戶建立購買能源效率設備之決心。
- G. 關鍵資源：家電汰換服務中包含家電行為能效分析、行銷方案設計等關鍵技術之運用，結合損失趨避、資訊不對稱等行為科學服務設計，增加用戶將家電汰換建議轉化為實際行動。
- H. 推行服務的收入與好處： PG&E 由節能設備購置補助以優惠價格吸引用戶由購買由能源之星認證的節能家電設備，創造售電以外收入。
- I. 成本結構：使用 enervee 能源效率分析引擎，需要支付數據分析費用。同時，用戶將耗能設備汰換成節能設備，將造成 PG&E 住宅電費收入損失，以及需向用戶支出節能設備購置補助。

關鍵合作夥伴 (KP)	關鍵活動 (KA)	價值主張 (VP)	顧客關係(CR)	目標客層 (CS)
節能服務商 	家電汰換 關鍵資源(KR) A. 家電行為能效分析 B. 行銷方案設計 行為科學- A. 損失趨避 B. 資訊不對稱	1. 重新塑造企業形象 2. 推廣家電設備電子商務提升售電以外的收入來源改善財務狀況。	PG&E 翻轉企業形象擴展服務。 通路(CH) PG&E Marketplace(網頁)	有汰換家電設備需求之用戶群體。
成本結構(C\$) 1. 使用enervee能源效率分析引擎，需要支付數據分析費用。 2. 設備汰換會減少PG&E住宅電費收入 3. 節能設備購置補助方案支出		收入與好處 (R\$) 1. 增加售電外收入 2. 達成電業能源效率		

(資料來源：本研究整理，2022 年 03 月)

圖 9、PG&E 家電汰換商業模式

2.4. 標竿案例成效

2.4.1. 節電成效

參酌 PG&E 家電汰換服務，提供客製化高耗能設備汰換建議、設計汰換行銷方案，估計一年可節省 1530 萬 kwh，每位消費者平均節電 995KWh。如以家電設備的使用週期估算，整體節電量估計可達到 1.59 億 kwh 至 4.35 億 kwh。

2.4.2. 行為改變成效

PG&E 藉由電商平台(PG&E Marketplace)，詳細說明節能設備購置補助、分析換購節能設備帶來的效益，用戶因資訊充分揭露可提高汰換節能設備之意願，有效引導 10% PG&E 住宅用戶(約 54 萬戶)使用平台。

三、結論

彙整美國兩家電業運用用電數據之節能服務創新標竿案例，發現兩家電業與節能服務商將用電數據分析結果，以行為科學技術(如目標設定理論、資訊不對稱、損失趨避、和社會比較理論等)設計創新內容吸引用戶參加，節能服務類型大致可分成二類，第一類為能源分析報告，包括：能源使用狀況、相似用戶比較分析以及實用的節能建議提供客製化報告。第二類為網路互動服務，為用戶提供更豐富與更互動的方式來節能，設定節能目標且追蹤分析成效、整合社群網站功能鼓勵分享節能經驗、線上諮詢能源專家。

國際電業推行用電數據分析服務之目的，希望於用戶心中建立專業的能源顧問形象，成為住宅用戶在節能方面的領頭羊提高用戶接受時間電價和需量反應、以及設備汰換建議，促使用戶投入願意更多的心力與成本，如引導用戶購買節能設備，進一步提高住宅部門的節電成效。

參考文獻

- [1] Duke Energy, <https://www.duke-energy.com/Home>
- [2] Successful Strategies for Going Midstream- HPWH, L. Laustsen (2019), Uplight, 2019.
- [3] Engage and Expand:How to Keep Home Energy Reports Fresh and Impactful, K. Kuehn(2017), Duke Energy.
- [4] R.Gopinath, M. Kumar, C.P.C. Joshua, K. Srinivas, “Energy management using non-intrusive load monitoring techniques - State-of-the-art and future research directions” .,Feb. 2020.
- [5] PG&E, <https://www.pge.com/>
- [6] Enervue, <https://www.enervue.com/>