

出國報告（出國類別：開會）

參加國際精煉糖技術協會（S.I.T） 第 74 屆年會及技術研討會報告

服務機關：台灣糖業股份有限公司

姓名職稱：左希軍 砂糖事業部 執行長

蕭光宏 秘書處 副處長

顏政偉 砂糖事業部小港廠煉糖工場 主任

派赴國家：日本

出國期間：民國 104 年 5 月 16 日至 104 年 5 月 21 日

報告日期：民國 104 年 7 月 7 日

摘要

國際精煉糖技術協會 (Sugar Industry Technologist, S.I.T.) 於 1941 年創立於夏威夷，為一世界性精煉糖製造技術業者組織。七十多年來，該協會每年輪流在世界各地主要產糖或煉糖國家舉辦一次年會，廣邀製、精煉糖業之有關技術團體及人士參與盛會。藉由發表論文與張貼海報，提供論壇，作為糖業界之技術交流及發展經驗之平台。

本公司為國際精糖學會(S.I.T)團體會員，為維持本公司在該會之理事席位，提升本公司煉糖技術，並與會員國各出席代表在製糖技術與經驗上做交流，參與國際糖業事務，爰派員出席該會 2015 年假日本大阪(Osaka, Japan)舉辦之第 74 屆年會。

爰往例，本屆大會第一天舉行理事會議，第二天、第三天舉辦論文發表會並於會場張貼海報，最後一天觀摩三井製糖 (Mitsui Sugar) 神戶煉糖廠(Kobe Refinery)。台糖公司原任該協會理事王副總經理國禧無法參加理事會議，改由砂糖事業部左執行長希軍代理參加。經理事會議代表選舉王副總經理國禧續任理事，台糖公司繼續擁有該協會理事一席。

本公司將於 2017 年主辦 SIT 年會，鑒於過去派員出席時多只參加大會的研討會，本次成員除了砂糖事業部外，另增加秘書處蕭副處長光宏，參與報到、會場佈置、配偶行程、餐點、晚宴及工場觀摩等，了解所有流程，作為辦理 2017 年 S.I.T 年會之參考。

目 錄

頁次

壹、緣由及目的	3
貳、人員名單及行程摘要	4
一、出國人員名單	4
二、出國行程摘要	4
參、參加國際精煉糖技術協會心得	5
一、論文摘要	5
二、論文發表	7
三、參觀訪問三井製糖神戶精煉糖廠行程心得	14
四、建議事項	14
肆、大會報到、會場布置、配偶行程與大會第二天晚宴	15
一、大會報到、會場布置	15
二、配偶行程（Spouse Program）	15
三、晚宴	16
四、結論與建議	17

附圖

壹、緣由及目的

- 一、國際精煉糖技術協會（Sugar Industry Technologist，簡稱 S.I.T）創於西元 1941 年，為一世界性精煉糖製造技術業者組織。該協會每年輪流在世界各主要產糖或煉糖國家召開年會，今年於日本大阪（Osaka）召開第 74 屆年會。
- 二、本公司為國際精糖學會(SIT)之團體會員並擁有一席，致獲大會邀請參加本次會議，出席年會（理事會與大會），並與各國代表做經驗與技術交流，交換砂糖市場資訊，掌握國際脈動。全程參加大會技術研討會議並觀摩鄰近煉糖廠，瞭解國外煉糖廠製程作業，將心得與論文帶回本公司，利用訓練班或召開研討會，分享煉糖新知及與會心得，提升本公司煉糖技術及國際糖業相關資訊。
- 三、本會議推動多年，除增進會員國間之關係、瞭解國際砂糖經貿資訊，更有助於提升本公司在國際砂糖市場之地位，亦扮演國民外交角色，為技術傳承與培養業務人才。
- 四、本次 S.I.T 理事會改選，本公司能續任理事一席，達成出國目的之一，提昇我國國際知名度，尤其介紹我國係以『中華民國』名義，並於三井製糖公司出現國旗，本次出國已善盡國民外交義務。
- 五、本公司將於 2017 年主辦 SIT 年會，此行另需參與報到、會場佈置、配偶行程、餐點、晚宴及工場觀摩等所有流程，作為辦理 2017 年 S.I.T 年會之參考。

貳、人員名單及行程摘要

一、出國人員名單

服務機關	職稱	姓名
台糖公司砂糖事業部	執行長	左希軍
台糖公司秘書處	副處長	蕭光宏
台糖公司砂糖事業部	小港廠煉糖工場主任	顏政偉

二、出國行程摘要

日期	抵達地點	工作內容
104.05.16	高雄-桃園-關西-大阪	啟程
104.05.17	大阪 (Osaka)	報到並參加理事會議
104.05.18	大阪 (Osaka)	大會、論文發表及配偶行程
104.05.19	大阪 (Osaka)	大會、論文發表及配偶行程
104.05.20	大阪 (Osaka)	觀摩三井煉糖廠 (Mitsui Sugar)
104.05.21	大阪-關西-桃園-高雄	回程

參、參加國際精煉糖技術協會心得

一、論文摘要

本屆國際精煉糖技術協會 (S.I.T.)，於 5 月 17 日至 20 日之大會，共計有專題演講 18 篇，由三井製糖公司執行長 Masaaki Iida 介紹三井製糖公司歷史及公司簡介，呈現在 Refined Sugar Products In Japan 日本精煉糖產品 (#1103) 論文中。

17 篇論文發表，分別為：Green Refining Technology 綠色精煉糖技術(#1104)、Innovative Concepts Regeneration of Decolorization Ion Exchange Resins in Sugar Refineries 離子交換樹脂再生技術之創新 (#1105)、Re-examining the Applications of Amylase in the Sugar Industry: Conquering the Control of Insoluble and Soluble Starch 重新檢視澱粉酶在製糖工業的應用：控制可溶與不可溶澱粉(#1106)、Affination Benefits of C-sugar in Stand-Alone Refinery: Better Control on Recirculation of Non-sugar and Reducing Molasses Production 清淨 C-糖在精煉糖廠的效益：控制非蔗糖循環且減少糖蜜產生 (#1107)、The Use of Fractal Shallow Bed Technology for Color and Ash Removal from Refinery Syrups 多淺層床技術去除精煉糖漿灰份與色值 (#1108)、Japanese Specific Sugar and the Quality Control 日本特殊糖與品質控制 (#1109)、Pilot Plant and Full Scale Decolourization Trials Using High Performance Adsorbents 使用高效率吸附劑實驗全量脫色 (#1110)、Dynamic Imaging Applications in Sugar Production 煉糖製程動態影像應用 (#1111)、It-Security in Process Control Systems Operation in Sugar Production Facilities 煉糖設備製程控制系統操作之安全性 (#1112)； Sugar Crystallization in Low Temperatures : Theory and Pratical by Advance Sugar Crystallization Control Program 低溫結晶法：提升煉糖結晶控制之理論與實際操作(#1114)、Evaluating Granular Activated Carbon (GAC) without Magnesite to Produce Refined Sugar and the Impact on Invert Formation 評估 GAC 內沒有鎂離子對糖漿轉化反應之影響 (#1115)、The Construction of the New Packing Stations of Mitsui Sugar Kobe Refinery 日本三井神戶精煉糖廠建造新式包裝系統 (#1116)、Battle of the Starches : Insoluble Versus Soluble at the Refinery 可溶與不可溶澱粉對精煉糖廠之影響 (#1117)、Efficiency Improvement Through Unique Automatic Backwash Filter 經由自動逆洗過濾設備提升效益 (#1118)； RHEWUM High Performance Screens in the Sugar Industry RHEWUM 高效篩選系統 (#1119)、Bahrain Sugar Refinery : Effluent Issues and Solutions 巴林煉糖工廠 :用水問題與解決 (#1120)； Difference in Taste of Japanese Sugars -a Taste Sensing System and a Sensory Evaluation Method 日本糖的不同味道-味道測定系統與評估方法 (#1121)、Plant Asset Management -The Sugar Industry Keeps Pace with Change 植物評估管理-製糖工業改變腳步 (#1122)。

二場研討會分別為 Key Performance Indicators Used to Monitor and Manage Factory Performance 監控與管理工廠之核心關鍵 (#1113)、Refined Sugar Handling and Screening Before Packing-Associated Benefits and Problems with the Various Methods 精煉糖包

裝前製程管制與篩分 (#1123)。

三篇海報分別為：

- (一)、How Image Processing Techniques Can Improve Sugar Yield 影像監視系統提升煮糖效率 (#1124)：透過精密顯微影機提供(MA,CV,精粒數等)資訊，將煮糖系統與分蜜步驟結合，最大好處為減少能源損耗、提昇煮糖效率增進品質、提昇分蜜效率減少回溶糖、減少操作員的訓練時間與問題反應、加強食品安全。
- (二)、Sugar Weighing & Pouch Packing Systems 砂糖秤重與小包裝系統 (#1125)：介紹 Toyo Jidoki 秤重與包裝系統，連日本最難包裝的 Juhakutou 軟白糖都能克服，且可以消除包裝過程中袋子內的空氣。
- (三)、Dextranase and Amylase for Sugar Production 葡聚糖酶與澱粉酶在製糖之應用 (#1126)：介紹 Amano Enzyme 日本酵素製造公司，葡聚糖在製糖工業會影響結晶速度及改變糖的顏色，加入 Dextranase 來分解 Dextran；Amano Enzyme 製造高純度及活性 Dextranase，已經被廣泛研究證實可減少 Dextran。

澱粉會堵塞過濾裝置，減少蔗汁過濾量，對製糖造成影響。Amano Enzyme 有兩種 Amylase (澱粉酶)產品，一支活性適合中溫，另一支適合高溫，適高溫的較好操作，因為它較不受溫度影響，適合在甘蔗糖廠操作，但是對原料糖有副作用，在精煉糖廠使用活性會降低；中溫的較不會有副作用。

本屆最佳論文獎為#1106，重新檢視澱粉酶在製糖工業的應用：控制可溶與不可溶澱粉，表彰其對於煉糖、製糖技術之貢獻。

這些專題、論文及海報，有些偏向理論、有些為未成熟之新設備試驗、廠商介紹商品等，對本公司目前尚無利用之處，挑選其中 3 篇與本公司相關之文章摘錄敘述。

二、論文發表

本屆大會於臺灣時間 104 年 5 月 17 日，先由砂糖事業部左執行長希軍代理王副總經理國禧參加理事會。經理事會議代表選舉王副總經理國禧續任理事，台糖公司繼續擁有該協會理事一席。

第二天 104 年 5 月 18 日，第一場專題演講由三井製糖公司執行長 Masaaki Iida 介紹三井製糖公司歷史及公司簡介，呈現在 Refined Sugar Products in Japan 日本精煉糖產品 (#1103) 論文中。宣佈持續兩天的論文發表及海報展示正式開始。

首先第一篇介紹得獎論文：Re-examining the Applications of Amylase in the Sugar Industry: Conquering the Control of Insoluble and Soluble Starch 重新檢視澱粉酶在製糖工業的應用：控制可溶與不可溶澱粉 (#1106) 作者：Gillian Eggleston¹, Atsuya Sugawara², Toshihisa Toyomasu², Marsha Cole¹, Belisario Montes³, David Stewart³, Alexa Triplett¹, and Yoo-Jin Chung¹。

近年來全球甘蔗的澱粉含量皆增加，推測可能原因為下列其一或數個組合：(1) 增加對甘蔗的機械加工（採收、壓榨等）；(2) 環境條件的改變；以及 (3) 新品種的甘蔗具有較高澱粉含量。國際上不少精煉糖廠已經對原料糖的高澱粉含量開出扣款標準。澱粉在甘蔗中以顆粒狀存在，包含直鏈澱粉（線性）與支鏈澱粉（樹枝狀）的多醣體，而這些顆粒會因甘蔗經過多重壓榨機與滲提而進入榨汁中，直到 2013 年為止，普遍認為甘蔗廠中澱粉於高溫的清淨與蒸發階段大部分為溶解狀態，不過這已經被證明是錯誤的了，不溶性澱粉在甘蔗廠的清淨階段並沒有完全溶解，同時存在於糖漿、糖膏、糖蜜、原料糖、甚至是精煉糖，當高澱粉含量的甘蔗被送進糖廠時情況更是嚴重。例如美國路易斯安那州的 2011 與 2012 年榨季，即使加了高達 50 ppm 的中溫穩定 (IT) 澱粉酶到末效蒸發罐，仍然無法將原料糖的澱粉含量控制在扣款標準之下。

新的瞭解指出，不溶性澱粉對糖廠及精煉廠的製程影響比以往認為的要大，黏度與過濾性皆受到影響，並且澱粉酶不只作用於可溶性澱粉，也作用於不溶性澱粉上，後者是因為結晶型的不溶性澱粉阻礙了 α -澱粉酶對製程澱粉的控制。精煉廠一般不使用澱粉酶，是因為高錘度溶液妨礙了澱粉酶的作用。

澱粉酶的水解選擇性為：可溶性澱粉 > 膨潤澱粉 > 不溶性澱粉，且大多數的不溶性澱粉於清淨至末效蒸發罐的過渡期間，會膨潤並／或溶解，傳統上製糖業使用的中溫穩定澱粉酶是加在末二效或末效蒸發罐。

高溫 (HT) 與中溫 (IT) 穩定的澱粉酶可以在變性前 (96 °C 的前十分鐘) 於清汁中水解澱粉，不過高溫澱粉酶仍能保持活性，在工廠中以新型滴加器加入中溫穩定的澱粉酶 (0 to 10 ppm) 於清汁槽、末二效蒸發罐、及 (或) 末效蒸發罐。以美國農業部 USDA 新的澱粉分析方法來測量可溶性、不可溶性及總澱粉含量，這樣就可以建立中溫澱粉酶是如何轉化與移除澱粉。正如預期，可溶性澱粉較不可溶澱粉要容易控制。於蒸發罐中直接添加澱粉酶可將黏度降低，將中溫澱粉酶添加於末二效與末效蒸發罐澱粉水解率最佳，可溶性澱粉水解率為 (99.8%)、不可溶性澱粉水解率為 (73.1%)，這是在正常製程中最建議的使用法。萬

一澱粉含量相當高（尤其是不溶性澱粉），才建議於清汁槽與兩個蒸發罐皆加入澱粉酶。此外本論文也討論到糖廠與精煉廠中如何控制不溶性澱粉含量與殘留的澱粉酶活性。

首先第一年工廠澱粉酶清淨試驗：澱粉酶以電磁驅動隔膜計量泵（最大流量 6 L/h）加入加灰汁，進入清淨槽的入口管線中，清淨槽內的溫度約穩定於 96 °C 以及錘度為 15Bx。第一個試驗為對照組（無澱粉酶添加），第二個試驗組為將 5 ppm 中溫澱粉酶 A 直接以支管注入加灰汁，第三個試驗組為將 1.25 ppm 高溫澱粉酶 C 直接以支管注入加灰汁。

第一年工廠蒸發罐澱粉酶試驗：該工廠蒸發製程為四效，澱粉酶以電磁驅動隔膜計量泵（最大流量 6 L/h）注入下列其一（1）末二效蒸發罐的支管，該罐滯留時間 R_i 為 11 分鐘，糖漿溫度為 87.7°C (190°F)，平均出口的錘度為 38Bx（2）末效蒸發罐的支管，該罐滯留時間 R_i 為 18 分鐘，糖漿溫度為 65°C (149°F)，平均出口的錘度為 67Bx。第一個試驗組為對照組（無澱粉酶添加），取樣末二效蒸發罐入口與出口糖漿，以及末效蒸發罐出口糖漿，取樣點間隔末二效與末效的滯留時間 11 與 18 分鐘，每隔 15 分鐘取樣一次，共取樣 5 次，並且每個試驗組間隔一小時以待系統穩定。第二個試驗組為僅將 5 ppm 中溫澱粉酶直接以支管注入末二效蒸發罐入口管線中，樣品蒐集與對照組相同，並且與下個試驗組間隔 1 小時。第三個試驗組為僅將 5 ppm 中溫澱粉酶直接以支管注入末效蒸發罐入口管線中，樣品蒐集與對照組相同。

第二年工廠再以同樣的方法、不同時間，進行二次澱粉酶試驗。（2014.11.12-11.13、2014.11.24-11.25）。

研究中以不同方法測量澱粉含量。一些第一年工廠試驗的樣品以碘量澱粉法 (ICUMSA GS 1-17) 測量總澱粉量；其餘樣品的總澱粉、可溶與不可溶澱粉則使用新的 microwave-assisted sonication/iodometric USDA 方法。

有效澱粉酶活性於 pH 6.4 與 65 °C 依照 ICUMSA GS7-33 (2013) 標準方法 (Eggleston, 2013a) 測量，殘留活性的測定方法則用 Eggleston et al. (2013b)。

結論：

- (一) 雖然目前製糖業所採用的碘量澱粉分析法搭配有色空白的準確度與精確度都較不搭配者為高，但依然無法得出全面的結果，僅有在同時量測可溶性與不溶性澱粉含量時，才能得到正確並周全的結果。
- (二) 不論在 96 °C 清汁中加入高溫 (HT) 穩定或中溫 (IT) 穩定的澱粉酶，兩者皆可於變性失活前的最初十分鐘降低總澱粉含量。此外，相較於一般情況（無澱粉酶添加）會有更多的澱粉發生膨潤與溶解。在清淨槽加入中溫穩定的澱粉酶不會造成殘留的澱粉酶活性，而高溫澱粉酶即使僅加入 1 ppm 也會導致產出的原料糖中有殘留的酵素活性。
- (三) 在第一年的工廠試驗中，直接將中溫澱粉酶 A 加入末二效蒸發罐中，造成了高達 62.5% 的總澱粉（以 USDA 澱粉方法測量）分解量，但並沒有持續於末效蒸發罐作用，加入後對澱粉測量的精確度始終比對照組要好。由於以上結果，在第二年工廠試驗中研究將中溫澱粉酶加入兩個蒸發罐的使用方法組合。
- (四) 無論將中溫澱粉酶加入末二效或末效蒸發罐，皆造成了微小但有意義的黏度降低，至

於黏度降低對糖度回收率的影響，則有待之後繼續研究確定。

- (五)在第二年的工廠試驗發現，將中溫澱粉酶同時加入清淨槽、末二效蒸發罐以及末效蒸發罐，無論對去除可溶性或不可溶性澱粉都是最為有效的組合，此外並不至於造成產出的原料糖中殘留澱粉酶活性。當甘蔗廠原料有高含量的澱粉，並且不溶性澱粉占比提高時，將中溫澱粉酶加入至清淨槽中對製程會有確實的幫助，它可以將澱粉轉為膨潤或溶解澱粉，使在之後的後段蒸發罐易於分解。
- (六)考量將中溫澱粉酶加入清淨槽能產生的有限效果增益以及額外的成本，建議在糖廠製程正常時僅將澱粉酶同時加入末二效與末效蒸發罐即可。
- (七)由高溫澱粉酶殘留活性造成不希望的最終產品品質問題，在哪天能發展出於糖廠(使用澱粉酶的後續製程中)或精煉廠移除殘留澱粉酶活性的方法之前，並不建議使用高溫澱粉酶。最近指出使用高吸附率與高吸附表面積的粉狀活性碳可以由原料糖溶解糖漿中移除殘留的澱粉酶活性，並且提供移除色質與不溶性澱粉的效益，正研究其在糖廠與精煉廠中的工業規模用法。

第二篇介紹 Affination Benefits of C-sugar in Stand-Alone Refinery: Better Control on Recirculation of Non-sugar and Reducing Molasses Production

清淨 C-糖在精煉糖廠的效益：控制非蔗糖循環且減少糖蜜產生（#1107）

在精煉糖廠中最重要的議題是穩定生產程序，使糖的品質合乎預期，盡可能的降低生產成本且減少損失。更重要的是以碳酸法經由單一煮糖流程來減少設備(包括回收段，最多 4 個結晶罐)，嚴謹且連續控制每階段，維持糖的質量。

Thompson 等人對於最有效的電腦煮糖系統提出不同的模擬，而不是一味追求脫色色質。他認為一樣的規則也可適用於第 4 段與第 5 段結晶，降低產品色值。

兩位作者均熟悉清淨 C-糖系統在甘蔗糖和甜菜糖產業，並決定應用在 Chillan 甜菜獨立精煉糖廠（1,000 噸精煉糖/天）。

這篇論文在描述以雙重清淨系統（double purging system）控制回收段，與不用雙重清淨系統（double purging），單用碳酸法加粉狀活性碳對精煉糖的影響。

雙重清淨 C 糖不是新的製糖產業；其優點為增加糖蜜消耗並降低色值、降低溫度，提昇煮糖效率、澱粉的再循環量減少至 5%。

在中美洲，甘蔗壓榨廠也使用這項技術：控制糖蜜損耗、控制原料糖品質。

C2 糖糊當成 B 糖膏之糖漿，清淨後之糖蜜依據純度用於 B 糖膏或做 C 糖膏種之原料，但如為磷酸法加粉狀活性碳，此法不可行。最差的情況是製程中糖漿純度低於 80%與高濃度澱粉及葡聚醣。

本試驗在 2012 年最後 3 季 Chillan 甜菜精煉糖廠實施，用的分蜜機是 BMA K1100 型，每個站使用一台。各精煉糖廠最大的差異為脫色系統，有的使用活性碳，有些使用離子交換樹脂（IER），Chillan 甜菜精煉糖廠第一季引進雙重清淨系統，初步得到一些成效：有利於下一季試驗。

- (一)C2-回收糖色值控制在 2,000IU 以下，且純度大約在 98.9%。在第一季，溶糖色值 2,025IU，

14 週後則變成 1,506IU 左右，同時檢驗甜水色值可證明回溶糖品質提高了。

(二)C 糖膏純度落差從 14.3%增加至 17%。

(三)可控制及減少糖蜜量。

接下來試驗於 2014-2015 同樣在 Chillan 甜菜精煉糖廠實施，Inkson 等人曾發表類似文章，C2-回收糖為純度 95.9%，3,240IU，每噸原料糖產生 14 公斤的糖蜜。在 Chillan 甜菜精煉糖廠，經調整各種不同參數，得到以下結果：

(一) 純度：C-糖 97.3%比預期好些，但與上期純度 C2 糖 98.9%的比較，在 B / C 混合純度為 99.1%。

(二) 色質：C-糖的色值最低達到了 3,200IU，最高為 10,993IU。平均 C-糖色值已降低（與預期比較 7,411IU or+229%），但 C2 糖被送至溶糖時為 1,823IU(已移除了 44%的色值)。

(三) 原料糖的糖蜜：在這季的一開始(低濃度的澱粉&葡聚糖)，一噸原料糖產生 11KG 糖蜜(在 Sugar™ 軟體預期為 14kg)。但高葡聚糖與高濃度的澱粉糖蜜產量上升到每噸原料糖 25kg。

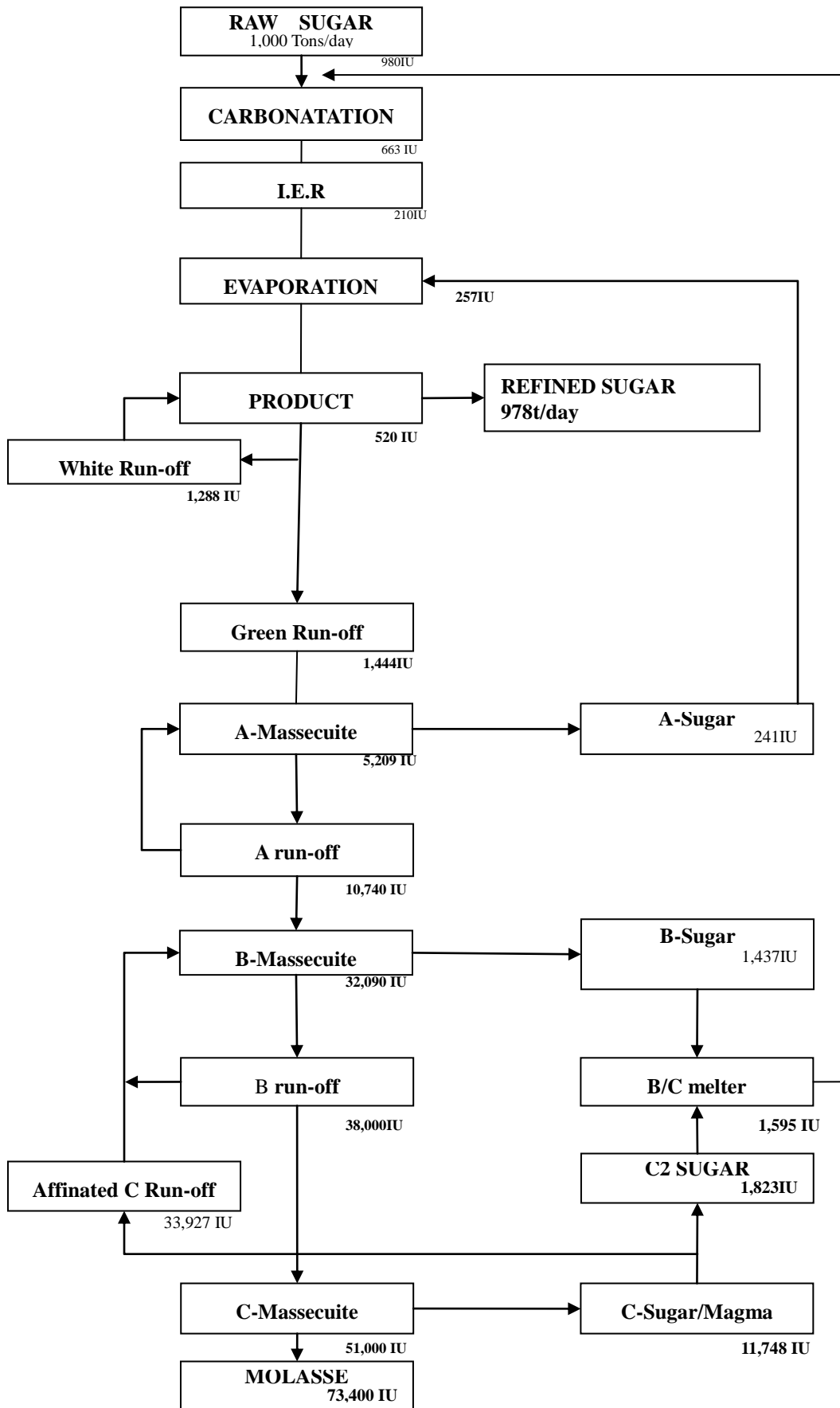
討論：

在精煉糖廠為了降低糖漿損失需使用 C 糖清淨，(在 C 糖分蜜過程沒有使用到水)。將 C 糖分蜜可使色值去除平均量為 44%(非常相似於使用同系統的糖廠)。

在 1-9 週，糖蜜損失平均控制在 0.74%（原料中澱粉為 277 ppm，葡聚糖 53 ppm）。10-14 週，原料糖度 99.18%，1,030IU，澱粉高達 362 ppm，葡聚糖 109 ppm，平均虧損上升到 1.48%，主要由於澱粉及葡聚糖高。

考慮到大約 45%的色值被覆在晶體的蜜膜中，在 Chillan 證實使用 C 糖清淨，為去除糖蜜及脫色的技術。

簡易流程圖：CHILLAN REFINERY 2014



第三篇介紹 Battle of the Starches : Insoluble Versus Soluble at the Refinery

可溶與不可溶澱粉對精煉糖廠之影響 (#1117)

澱粉是一種關鍵的雜質，影響原料糖品質甚巨，它持續是全球製糖業的煩惱，因為無論用壓榨或滲提法、甘蔗採收方法、甘蔗種植條件或品種，都會影響進入煉糖廠原料糖澱粉的量。至今有 8 個主要的標準來評估原料糖 (1)糖度(2)水分(3)轉化率(4)色值(5)顆粒大小和形狀(6)澱粉含量；其中澱粉含量是原料糖品質關鍵。

澱粉自然存在於甘蔗，像是不可溶的顆粒糾結組合，甘蔗在被壓榨或滲提的過程中容易將可溶的葡萄糖聚合鏈(直鏈澱粉和支鏈澱粉)提取出來。Eggleston 等人發現蔗汁中大部分澱粉 (>99%)都是不溶性的形式，只有加工受熱時，才變的越來越可溶解。Cole 等人指出澱粉溶解度隨著糖度提升而減少，而且在清淨結束時仍無法完全溶解，持續存在於原料糖，因此原料糖含有不同量的不可溶和可溶性澱粉進入精煉糖廠。

高澱粉原料糖通常被認為是重複複雜的高分子，增加碳酸飽和糖漿的黏度(約錘度 67Bx，pH 值 8.7，和 85 °C) 敷上過濾器，需要特殊處理。此外這些存在於溶化糖漿中的雜質，可能會干擾石灰乳/二氧化碳的反應，在碳酸飽和澄清步驟產生大量的碳酸鈣 (CaCO₃)。在磷酸法，高含量的澱粉仍會形成大而密集的團塊，澄清期間因難以上浮而不斷惡化，相較之下，碳酸飽和法影響較大。為抵消額外的煉糖成本來處理低品質的原料糖，許多煉糖廠已經對澱粉含量高的原料糖工廠發出經濟罰則。例如，美國一些碳酸飽和法煉糖廠懲罰澱粉值含量>250 ppm 的原料糖。

相當多的不可溶性澱粉已導致本次調查何種澱粉形式在煉糖廠會造成問題，即可溶性、膨潤、和不可溶性的澱粉。具體而言，美國農業部澱粉研究方法的近期發展，已經允許重新審視澱粉分析、糖過濾能力、澱粉酶在工廠應用和黏度的議題。這個研究的目的是評估澱粉對原料糖和糖漿的影響，當進行過濾的時候依照模擬碳酸飽和精煉的條件。不同的澱粉形式和數量分別評估，以判別它們如何影響精煉過濾期間碳酸飽和法糖漿的性質。

糖度、錘度、色值、濁度、水分、灰份、轉化率

原料糖的糖度、色值和葡聚糖的測量都由 Alma Factory 分析，分別使用 ICUMSA GS1/2/3-9-1, ICUMSA GS1/3-7 和抗體快速葡聚糖檢測。模擬汁液的可溶性固體含量(錘度)測定三次，用一個溫度控制的折射儀其準確度在錘度正負 0.02 之間。濁度的測量值由 Hach 2100N 濁度計測量，其結果是三次測量值的平均。水分百分比由 5 克乾燥的原料糖加熱 104°C 測定，冷卻到室溫後在乾燥器中秤重到正負 0.001 克。計算是由扣除重量損失除以起始重量乘以 100% 來判定。灰份電導率以溶解 15 克原料糖測定，溶解的 85 毫升水由電導率儀以 uS/cm 在 20 °C 分析。轉化糖由 IC-IPAD 依照 Andrzejewski 等人(2013)發表的方法測定。樣品(錘度 15Bx)稀釋至重量比 1:5,000 並通過 0.45um 的注射型過濾器過濾。這些都由 Dionex™ ICS 5000 (Dionex-Thermo Scientific Sunnyvale, CA) with a Dionex CarboPac PA1™ analytical (250 x 4 mm) and guard (50 x 4 mm) columns 分析。

過濾能力

原料糖的過濾能力使用 Domino 過濾方法的修改版測定。測量原料糖在錘度 15Bx 和 65Bx

的過濾能力，在室內真空(11.5 psi)透過記錄 50 毫升溶液通過濾紙(2.5um 孔隙，Whatman No. 5)所需的時間。過濾能力指數是根據 Eq.1 計算而得。所有的實驗都完成兩次。

$$FI_{50\text{ mL}} = \frac{\text{filtration time of sugar solution (s)}}{\text{filtration time of water without starch (s)}} \quad \text{Eq. 1.}$$

黏度

蔗糖溶液含有不可溶、膨潤、和可溶性澱粉(50 到 1,000 ppm)，在錘度 15Bx 和 67Bx 的溶液中。原料糖(67 克)溶解在 33 毫升水中來產生錘度 67Bx 的溶液，這接近碳酸飽和糖漿的平均錘度。所有的樣品都用 NESLAB RTE-111 Recirculating Chiller 在 25°C 靜置 15 分鐘。樣品黏度(6.5 毫升)在轉速每分鐘 3 轉和 90 轉分別測定錘度 15Bx 和 65Bx，並且在 25°C 使用 Programmable DV-II+ Viscometer 固定#18 主軸。黏度測定法重複做兩次。比較的結果都標準化為每分鐘 1 轉。

澱粉對碳酸鈣凝結的影響

實驗的進行如先前 Amjad (1999)報導，除了錘度 67Bx 蔗糖溶液和其他稍微修改使用 ASR 的條件做為範例的模擬碳酸飽和精煉。所有的溶液都在前一天製備讓溶液在室溫平衡。以可溶性馬鈴薯澱粉和不可溶性玉米澱粉(0 到 550 ppm)作樣本，分別泡製不同比例(250 ppm 有 20%、40%或 80%不可溶性澱粉)模擬碳酸飽和精煉。

碳酸飽和反應是在 85°C 在 2 公升燒杯中含有 177.17 毫升的碳酸氫鈉(2.36 M NaHCO₃)和 8 毫升氯化鈉(3 M NaCl)以及 500 克的水和分析蔗糖。氯化鈉被用來維持 0.1 M 氯化鈉中碳酸飽和反應的離子強度。當反應達到 85°C，滴定就立即開始，但緩慢的加入 44.24 毫升氯化鈣(9.44M CaCl₂)，直到消除產物中太多的二氧化碳溢出燒杯，再加入氯化鈣溶液。碳酸鈣形成凝結，導致溶液 pH 大幅減少，而立即利用 Dosino 803 and Titrand 836 autotitration system 加入 1 M 氫氧化鈉來控制 pH，並恢復 pH 到 8.7。加入的氫氧化鈉也使用 Tiamo 1.0 software 來記錄。

在碳酸飽和反應完成後，懸浮物被加入 2,760 毫升的水中(控制不含蔗糖)，或錘度 67Bx 蔗糖糖漿來減少大量的懸浮固體(低於 1.5%)。濾泥進料以每秒約 32 毫升進入壓濾機並維持在 25 psi，25 毫米的濾板被裝在聚乙烯濾布內(spun, 3X1TI weave, 7 oz/yd, 20-30 CFM, 2.5 x 1.5 m thread count, 0,91 m diameter, and SC/HS finish)，這由 Domino 煉糖廠提供。這是第一次尺寸符合濾板(177 x 177 x 12.7 mm with a 4-eye corner feed delivery)。全部的過濾區域為 0.476 平方英尺且產生一個最大的濾餅厚達 32 毫米。壓濾機操作是由 Wilden Model M-1 隔膜進料泵，由外部泵提供空氣。一台手動油壓泵其封閉壓力有 4,000 psi。濾餅被收集、用溫水洗一次、再以 100 °C 烘乾一整晚，接著秤重測定產生碳酸鈣泥和對照組比較。上面描述的實驗重複用不同濃度的不可溶性和可溶性澱粉的比值和澱粉比例。澱粉類型是由(1)加入等量的 2,000 ppm 馬鈴薯澱粉溶液到 2 升燒瓶中或(2)加入乾燥、不可溶的玉米澱粉進入 2 升燒瓶中，在開始滴定和加入氯化鈣之前配置。

結論

- (一) Domino 過濾法被用來評估原料糖過濾能力，原料糖的 FI<0.59 被認為是不好的過濾。
- (二) 原料糖過濾能力受膨潤和不可溶澱粉影響很大。
- (三) 不可溶澱粉是膨潤澱粉的前驅物，且同樣地在錘度 15Bx 和 65Bx 的溶液增加黏度；然而可溶澱粉黏度減少。
- (四) 可溶澱粉並不影響過濾能力，甚至有助於它。
- (五) 過濾率被不可溶澱粉增加的量抑制，當與可溶性澱粉的比例幾乎相等時，過濾能力會變差，這可能歸因於可溶和膨潤澱粉形成巨大膠體。

三、參觀訪問三井製糖神戶精煉糖廠行程心得：

大阪幾乎位於日本正中央，是一個從國內各地都很方便前往的都市，交通非常方便，類似臺北車站三鐵共構，上下班時刻人潮擁擠，比起臺北車站有過之而無不及。附近的景點如道頓堀、心齋橋、環球電影主題樂園，甚至近關西機場 OUTLET 精品購物中心，都是值得一遊的觀光聖地。我們從關西國際機場下飛機，搭乘電車前往梅田約 70 分鐘，此次 S.I.T 年會在梅田希爾頓飯店舉行，第三天前往三井製糖公司神戶精煉糖廠(Kobe Refinery) 參觀。

神戶精煉糖廠於 1973 年開始運轉，2009 年、2011 年及 2012 年分別取得 ISO14001、ISO9001 及 FSSC22000 認證，每天溶糖量 1,000 公噸(類似小港精煉糖工場)，原料糖倉庫 40,000 公噸，原料糖品質從 IU2,000(純度 99.2%)到 IU 10,000(純度 97.5%)。

產品類型大顆粒晶冰糖(coarse crystal sugar)、小顆粒晶冰糖(fine crystal sugar)、特砂(granulated sugar)、細砂(fine granulated sugar)、上白糖(white soft sugar 色值 IU 8)、三溫糖(brown soft sugar，色值 IU 500-2,100 分級出售)、特製液糖(liquid sugar，色值 IU15 以下)，特製液糖散裝槽車每台 10 或 15 公噸，大包裝糖每包 30 公斤，小包裝大部分每包 1 公斤，另有更小包裝。

每年運轉 300 天，2014 年煉製率 96.6%，主要流程為原料糖-洗糖-溶解-碳酸飽和-粗濾-骨炭脫色-精濾-陰離子交換樹脂-陶瓷過濾-UV 殺菌-蒸發罐-結晶-分蜜-包裝。

參觀時間安排緊湊，簡介半小時，然後至包裝 #3、#4 大樓、原料糖倉庫、結晶區、控制室、出貨區、平面倉庫，大會還很貼心在參觀場地放置各參加國家國旗、當然包括青天白日滿地紅國旗。參訪前先發下安全帽、護目鏡、安全鞋、耳塞、網狀帽，可以照相，嚴格執行人機分離，配戴防護器具，依規定路線沿著走廊參觀。另外全程配戴無線耳機，講解或提問題較不會收到干擾。美中不足的是參訪工場時間約只 1 小時，煉糖製程區不開放參觀，準備的題庫派不上用場。

值得讚賞的是其對食品衛生及工業安全非常重視，不管是製程區或包裝區，由於空間寬敞，管路彎曲少，維修容易，幾乎沒有蒸汽外洩或糖漿滴漏情形，整個環境乾淨整潔。

大包裝糖每包 30 公斤，每棧板(1.1*1.4 公尺)重 1.2 公噸，棧板隨車出貨，沒看到自動倉儲料架，研判類似小港煉糖工場，小包裝糖才進自動倉儲料架。

四、建議事項

- (一) 國際精煉糖技術協會 (Sugar Industry Technologist, S.I.T.) 為一世界性精煉糖製造技術業者組織。該協會每年輪流在世界各地主要產糖或煉糖國家召開，台糖公司擁有 1 席理事，為拓展國民外交最好的機會。參與該協會舉辦的年會，除了學習各國對於煉製糖技術的優點外，並能掌握各國糖業發展的策略和趨勢，可說是一舉數得。尤其 2017 年將繼 2000 年後再次由台糖公司在臺灣舉辦，2016 年建議多派新人前往學習，發表文章，甚至廣邀國內機器設備廠商參與，製作海報懸掛於會場，為 2017 年提前作準備。
- (二) 最近食安及工安問題層出不窮，深感許多現場同仁對食品及工業安全的認知趕不上社會脈動，執行不夠徹底。如何加強食安及工安意識，落實行為，降低職業災害，維護公司信譽，減少財產損失及人員傷亡，實為刻不容緩的課題。
- (三) 2010 年 S.I.T. 第 69 屆年會日本三井製糖發表「有效脫臭之甘蔗萃取物」，研究從甘蔗萃取多酚作為抗氧化物。今年由日本三井製糖主辦，同樣也發表 2 篇論文，衍生一些甘蔗製糖副產品，朝向高附加價值發展，值得借鏡。
- (四) 神戶精煉糖廠空間寬敞，管路彎曲少，可以很清楚看到整個機器設備與管路，維修容易，幾乎沒有蒸汽外洩或糖漿滴漏情形，整個環境乾淨整潔。
- (五) S.I.T 成員並無巴西的煉糖工廠，所以還是沒有安排由甘蔗同時產製生質酒精與砂糖相關文章，實為可惜。雖然現在油價下跌，生質酒精議題不像以前熱門，但油價還是終究會回升，希望有朝一日能有巴西成員加入 S.I.T，使我們獲得更多知識。

肆、大會報到、會場布置、配偶行程與大會第二天晚宴

本公司將於 2017 年主辦 SIT 年會，此行另需參與報到、會場布置、配偶行程、餐點、晚宴及工場觀摩等所有流程，作為辦理 2017 年 S.I.T 年會之參考。

一、大會報到、會場布置

大會報到時間在論文發表會前一天(通常為星期日)12 時-16 時，16 時舉行本屆理監事會議及改選下屆理監事，準備餐點，同時也可供報到會員享用簡單晚餐(如圖 1)。

會場需具備超過 180 座位，上下午各有一次休息時間，需準備一些簡單點心、飲料供來賓享用，點心種類可依各主辦單位自行決定。

二、配偶行程 (Spouse Program)

SIT 年會最重要的活動除了大會上的研討外，與會者如有攜伴，主辦國(公司)也都會貼心為其伴侶或家人安排一些參訪活動，但這不是免費的，今年參加者每人需繳交 318 美元，並會給予一套資料(如圖 2)。

本次日本三井(Mitsui)公司與 SIT 當局共同安排了兩天參訪(詳如附表)，第一天(5 月 18 日)前往日本古都奈良，上午是東大寺與奈良公園，那裡有成群的野生鹿(如圖 3)，下午在奈良市區逛街。第二天(5 月 19 日)上午先到京都的清水寺，與連接二年坂、三年坂

的商店街，下午進入古剎接受日本茶道儀式的洗禮（如圖 4）。日本在行程安排上可說非常精準，每一個節目都能按表準時操課，兩天下來沒有特殊意外發生，當然一切也就行禮如儀舉行。

經過觀察，日本安排的配偶行程所搭乘的巴士約可坐到 48 人，車上備有廁所（如圖 5），但兩天下來，並無人使用，車上另外請了一位精通英文的導遊於沿途解說。由於車上九成五是女性，故導遊如果也是女生，比較合適 women talk。然三井公司仍派有 1 男 2 女的代表隨行（主要在於工作聯繫、人數清點與餐飲付帳），其中之一還發表簡短的歡迎演說，雖英文不是很流利，但也獲得熱烈掌聲。

在上車前，日本方面有安排贈送每一位參加者小禮物，由於人數超過預期，基於紳士風度，本人將手中贈品改贈其他女性，但有將該贈品拍照存檔（如圖 6），內容是具有日本藝術風格的紙摺，並插上男女有別的筷子各一，可惜的是日本並未在遊覽車上備妥飲用水，沿途如有口渴時，參加者得自行設法解決。

本次行程特色是輕鬆、無負擔，又兼顧到女性的最愛 shopping，逛街的商店全係以日本傳統吃的、藝術的或伴手禮為主，饒富東洋文化，對西方人士來說，好奇與驚喜大於實質購買力，因為這些景點也是觀光所在，所以便利性很充足，若對照 2017 年我們主辦區域內的商店來說，要找到具有臺灣味的市集，恐非易事。

在兩天的參訪活動中，還有一個要點必須敘明，即中午的餐飲安排。由於車上的人員像極名媛貴婦，所以餐飲地點不可胡亂安排，必須選擇飯店級的水準。第一天在奈良是到一家名叫 Hotel Fujita Nara 的飯店（如圖 7），享用具有濃濃日式風格的便當（如圖 8），選擇此家也有地利之便，因為距離逛街點不遠。第二天午餐在京都的飯店是選擇 The Westin Miyako, Kyoto（如圖 9），餐區是提供和、洋食各半的自助餐。西方人餐飲時多數會飲酒，因此備啤酒或紅酒，很稀鬆平常，通常第一杯是招待，第二杯起得自費，另一重點還有飯後一定得有茶或咖啡。

三、晚宴（Banquet）

SIT 的年會通常需要兩天，而第二天晚上依過去案例，係由地主國（公司）出資招待與會各國代表，此次規模甚大，席開桌次近百桌（如圖 10），頗有彰顯地主公司之好人緣與高氣勢。

餐前通常會有交誼時間，準備有紅酒、香檳、果汁以及簡易開胃點心，還有小圓桌供賓客擺放用過的餐盤或杯子（如圖 11），同時也請了兩名演奏技師表演日本曲藝（如圖 12），炒熱氣氛。時間約莫下午 7 點開始，經 1 小時交誼後，始進入宴會廳，除有指定座位名牌外，其餘賓客採隨機而坐。可能人數龐大，造成主辦公司負擔甚重，宴會並未準備酒水，賓客若有需求得自費，而菜色看起來不斐，然道數與份量真的不多，又怕客人吃不飽，故有準備小麵包，疑似無限量供應（如圖 13、14）。

餐會一樣請了樂師演奏，然現場大、人數多，彼此交談聲其實是蓋過演奏聲，該項表演已淪為陪襯但又不得不準備（如圖 15）。而為了使客人都了解宴會的流程（因為不同國家有

語言問題），還有接下來的節目，地主公司準備了一份英、日文夾雜的資料，置放每個座位前，故而菜單與程序可以一目了然（如圖 16）。

宴會期間，免不了請 SIT 正主席上台致詞，也傳承給下一任主席交棒，地主公司的老闆只被介紹，反而沒機會上台說話。比較驚奇是舊主席天外飛來一筆，竟然一一唱名每一個國家，讓各國代表可以向與會者揮手致意。最後當宴會結束時，地主公司還安排了一位黑人 DJ 上台，主席台馬上轉換成控制台（如圖 17），只不過該 DJ 在音效上順了很久，使得已經不太熱絡的散場氣氛，加速瀰漫，而看時刻表，其實也到了近午夜 11 點。若說此次大會安排有什麼遺憾，大概就屬這段落最冷場。

四、結論與建議

本公司將於 2017 年主辦 SIT 年會，鑒於過去砂糖事業部派員出席時多只參加大會的研討會，鮮有出席配偶行程紀錄，因此本次的參加，確實帶來一些眼見為憑的觀摩感受，有助了解他國是怎麼安排這些貴客，體驗當地文化與增進對在地國的美好印象。而為了讓 2017 年的年會更圓滿，不容差池有辱國家與公司門面，建議於 2016 赴紐約時，我們即當準備好宣傳工作：

- （一）資料要充足：不管是研究上的論述發表或準備的開會場地，還有配偶行程，皆在南臺灣舉辦，以臺灣國際能見度不比他國強，宣導南臺灣更應加重其好禮、好客的人文氣息與兼容並蓄的藝術文化，讓出席紐約的會員，躍躍欲試想來臺灣一遊。
- （二）組織工作團：不管是 2016 或 2017，工作團是運作核心，對外負責聯繫，對內溝通協調，有組織方有分工，有分工才能規劃進度、準備妥當與掌握執行。工作團成員不僅要多強化英文能力，也要對 SIT 年會流程了解，負責的分工內容一定得充份掌控。
- （三）籌編經費：儘管 2017 的年會，SIT 會予以協助，然地主國（公司）仍然得有一些必要開銷，如飯局、禮物、參訪，甚至制服等，而真正的工作範疇應將 2016 與 2017 合併一次看待，在預算有限下，克勤節流與發揮功能，儘早準備有儘早的好處。
- （四）慎選參訪點：南臺灣的參訪宜提出壯闊的大山、大川或富麗堂皇的歷史建物、文化殿堂、宗教寺廟等，因為小規模或在地性質的，可能不被 SIT 貴賓看上眼；根據觀察，多年下來 SIT 的配偶行程已經習慣大家閨秀，突然轉向小家碧玉，恐怕會有曾經滄海難為水之嘆，故而本公司所提地點應慎選之外，亦當轉往細緻、貼心路線，也許可以扳回一城，彌補南臺灣條件先天上的不足。



圖 1

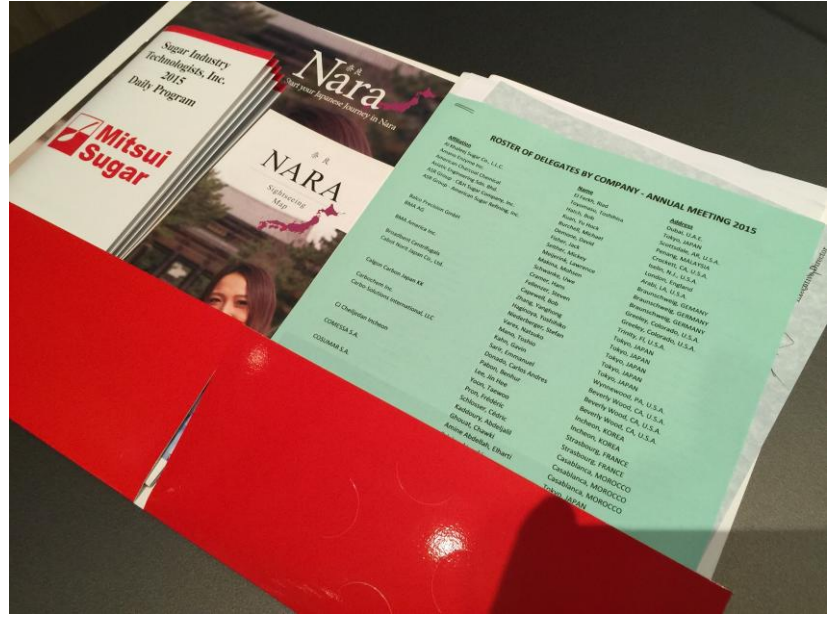


圖 2

2015 SIT OSAKA CONFERENCE
Spouse Program
Osaka, Japan

Monday May 18, 2015: Nara Sightseeing Tour

- 8:20 Meet at the hotel lobby
- 8:30 Motor Coach Departs for a full day excursion to Nara
- 9:30-11:00 Visit Todaiji Temple with its Great Buddha
- 11:00-11:30 Walking through Nara Deer Park
- 11:30-13:00 Lunch at a local restaurant
- 13:00-15:00 Free time for shopping
- 15:00 Return to Osaka
- 16:30 Arrive at Hilton Osaka Hotel.

Tuesday May 19, 2015: Kyoto Sightseeing Tour

- 8:20 Meet at the hotel lobby
- 8:30 Motor Coach departs for a full day excursion to Kyoto
- 10:00-12:30 Visit Kiyomizu Temple and shopping at the Ninenzaka and Sannenzaka Shopping slope
- 12:30-14:00 Lunch at a local restaurant
- 14:00-14:30 Experience of Japanese Tea Ceremony at a tea house of a temple
- 14:30 Return to Osaka
- 16:00 Arrive at Hilton Osaka Hotel

附表



圖 3



圖 4



圖 5



圖 6



圖 7



圖 8



圖 9



圖 10



圖 11



圖 12



圖 13



圖 14



圖 15

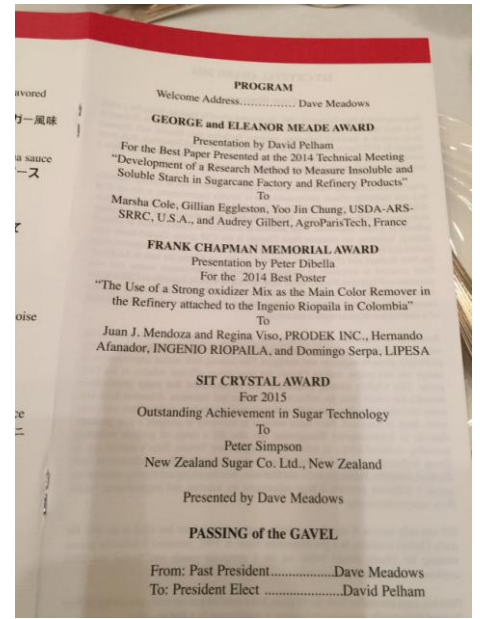


圖 16



圖 17