

出國報告(出國類別：開會)

參加日本第 42 屆碳素材料學會年會

服務機關：台灣中油公司 綠能科技研究所

姓名職稱：王志仁 化學工程師

派赴國家：日本

出國期間：104 年 12 月 01 日~104 年 12 月 04 日

報告日期：104 年 12 月 23 日

摘要

日本第 42 屆碳素材料學會年會於 2015 年的 12 月 2 日至 12 月 4 日在大阪市北區關西大學千里山校園 100 周年紀念館內舉辦，此研討會為日本國內探討碳材料相關技術的重要研討會之一。會議內容分為研討會及展場兩部份，研討會主題部份涵蓋碳素化、石墨化、多孔質碳素、觸媒、吸附劑、下一代能量轉換裝置的碳材料、二次電池、電容器相關、燃料電池、太陽能電池、碳纖維、環保碳材、生物碳材、碳合金等領域；展場部份主要為碳材相關設備商、材料商與研究過程需用分析儀器展出。本屆碳材研討會共有 3 個會場同時進行，主要有來自包括中國、日本、韓國及歐美各國研究學者參加。由於公司現階段以開發負極碳材為主，因此，將負極碳材相關的議題，就技術部分，整理於此報告當中，除了解發展趨勢，也可做為未來技術提升和創新的參考。

參加日本 42 屆碳素材料學會年會出國報告書

目次：

摘要.....	P.2
一、緣起	P.4
二、目的	P.6
三、過程	P.7
四、心得與建議	P.13
五、參考文獻	P.14
六、附錄.....	P.15

一、緣起

美國的頁岩氣能源革命改變了全球能源的供需版圖，價格暴跌後的天然氣替代了煤和原油的需求，全球能源市場，也正面臨巨大的可能轉折；能源技術的突破，溫室效應之類環保課題，國際政經局勢的轉變發展，大石油公司的進一步購併等等，這許許多多國際能源與石油市場，已實現和可能出現的相關因素變動，都可能影響國際油市的原來面貌，使國際油市面臨新的經營環境。事實上，包括國際許多石油企業以及各國政府，也都已在進行產業與企業的業務策略、制度組織重組改革等等經營轉換工作，以期適應新的局面。公司煉製研究所等相關單位積極進行碳材相關研究。評估結論為目前從經濟性、方便性與安全性上仍難吸引消費者，預期短期間仍無法進入商業化量產，尚非投資之適當時機。然未來電動車之發展，勢必對公司營運帶來衝擊，公司對此發展仍應保持高度關注，並由研究單位繼續研究。傳統上公司都將燃料油低價販賣，以量衝高的營業收入。目前碳系材料中天然石墨與人造石墨市佔率各占50%，其他合金系/化合物系佔有率現仍低於3%，可見無論在產品價格、製造批次均一性、表面改質技術發展上，碳系材料仍然具備發展時間長與結構穩定的優勢，仍將為鋰電池負極材料主流應用。

但隨著環境保護與氣候變遷等議題逐漸成為國際關注核心，再加上能源短缺的問題日益嚴重，如何將這些大量衍生的副產品，作更高質化的開發利用，將會是台灣甚至全世界石化業者的趨勢。這些副產品，若針對不同的應用來進行適當的改質，將可轉化成更高價值的產品，例如針狀焦、人工石墨等。公司煉製研究所使用煉油重質油料，成功製備非晶型碳材，成本比石墨碳材低很多，很適合作為車用大型鋰電池的負極材料。目前除與國內一流學研機構進行研究，期能提升

產品性能外；另外Delay Coker試驗工場(Pilot Plant)，來發展其商用製程及驗證其車輛應用性，將重質油轉化為中高階碳材，期許在歐美等國壟斷之市場中能佔有一席之地。

二、目的

藉由參加日本42屆碳素材料學會年會，收集碳材料與技術發展之最新資訊，多方吸收目前碳材在世界上現有研究趨勢，對於未來本所研究碳材料的主题有直接幫助。

預計將可獲致如下效益，蒐集碳材相關資訊，為未來新型試驗工場設備在碳材設計、施作等資訊，幫助本所建立碳材研究資料庫，藉由本所批次碳材試量產設備與研究佐證。未來在固體粗碳材料往下延伸以獨立自主的垂直整合製程生產應用到鋰電池負極材料的最終元件了解碳材相關的發展與在試驗工場之應用，達成石化高值化的目標。

三、過程

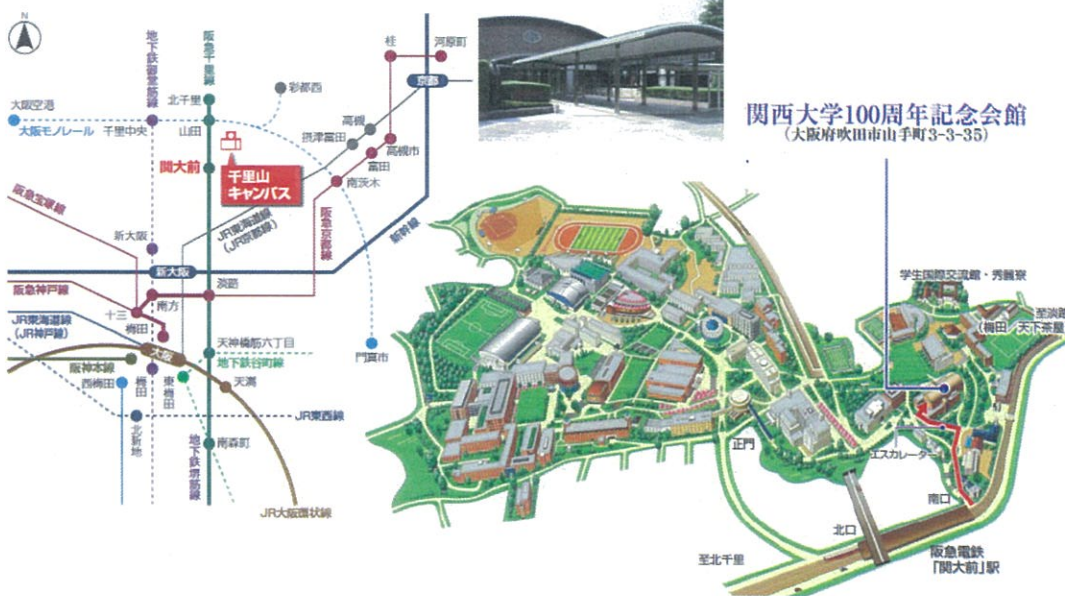
本次日本第 42 屆碳素材料學會年會於 2015 年的 12 月 2 日至 12 月 4 日在大阪市北區關西大學千里山校園 100 周年紀念館內舉辦。

主要行程及工作摘要：

日期	到達地點	詳細工作內容
12/01 (二)	高雄>日本	啟程
12/02 (三)	日本大阪	研討會
12/03 (四)	日本大阪	研討會
12/04 (五)	日本大阪	研討會
12/05 (六)	日本>高雄	返程

会場へのアクセス

ACCESS MAP



圖一、關西大西大學千里山校園位置圖。



圖二、圖為本年度會場入口。

3.1 會議簡介

日本重視炭材料發展至今已舉辦第 42 回炭素材料科學會年會, 每年皆會發表相關研究, 此會議除邀請多位學者專家進行專題演講外, 並由世界各國學者專家共同與會進行論文口頭發表。



圖三、演講現場。



圖四、現場設備廠商展示攤位。

3.2 碳材簡介

carbon 來自由拉丁文 carbo(木炭)轉化的法文 carbone。德文名稱則直接稱之 Kohlenstoff(木炭的物質)；日文與韓文便自此將之意譯為「炭素」。

碳是一種很常見的元素，碳元素含量在地球中含量第 14 位，90%以 CaCO_3 存在。碳的同素異形體有數種，最常見的包括：石墨、鑽石及無定形碳。這些同素異形體之間的物理性質，包括外表、硬度、電導率等等，都具有極大的差異。在正常條件下，鑽石、碳奈米管和石墨烯的熱導率是已知材質中最高的。所有碳的同素異形體在一般條件下都呈固態，其中石墨的熱

力學穩定性最高。它們不易受化學侵蝕，甚至連氧都要在高溫下才可與其反應。人類進化以來，很早就開始利用各種炭物質和炭材料。各種炭材料在航太、航空等工業、醫療、能源和日用品中得以應用。當今世界以碳為主要原子構成的有機化學為橡膠、塑膠、合成纖維三大材料奠定了基礎。基於對碳的特殊性和多樣性認識的進一步深化，通過綜合利用其物理、化學、光、電、磁及核子物理等綜合特性，製造了可用於核聚變、半導體器件製造、鋰離子電池電極等方面的各種新型炭材料。通過自燒結、材料複合、塑膠成型或炭化以及氣相沉積等新的成型方式，得到不同維度和形態的炭製品和新的碳質基材，如中間相小球、類金剛石薄膜、富勒烯和碳奈米管等。隨著奈米材料在製造、表徵及物化性能調控方面的整體進步，富勒烯、碳奈米管及其它類型的奈米碳質材料方面的新發現，新成果及新應用不斷湧現，碳質材料的發展也日新月異。近年來，有關石墨烯的研發，再次將特種碳基材料推向一個新的高潮。科學家預測這一材料將會在電腦和醫學等研究領域掀起一場聲勢浩大的科技革命。富勒烯、碳奈米管和石墨烯等這些新形態的碳和它們的新功能，很可能於本世紀內在微電子領域促成“矽”被“碳”的替代。

炭材料的發展史



第一代炭材料：天然物質加熱，利用炭的化學性質，作燃料和還原劑煉銅和煉鐵

第二代炭材料：利用炭的物理性質（導電、耐熱、耐腐蝕、耐摩擦等），用於炭磚、煉鋼、煉鋁等（電極、電刷、各種機械、化工用炭、原子反應堆用炭等）

第三代炭材料：以炭纖維（CF）為代表的新型炭材料(結構和功能材料)紛紛出現，是炭材料的大發展時期，也是炭科學形成的時期

第四代炭材料：富勒烯、碳奈米管、碳奈米洋蔥（富勒洋蔥）、碳氣凝膠、多孔炭、石墨烯、……………

四、心得與建議

從習近平訪英期間訪曼徹斯特大學的國家石墨烯研究所，在當前新一輪產業升級和科技革命大背景下，新材料產業必將成為未來高新技術產業發展的基石和先導。“炭材料科學”所涉及的基礎學科，是一門交叉性很強的學科，正處於不斷發展之中。

從物理角度，炭材料科學的兩個主要方向是固體結構和物理性質，如晶體與非晶體，價鍵結構，晶體缺陷與運動，晶體中的電子狀態，固體的物性（力、光、磁、熱、電等）。二是需要固體結構研究方法的理論知識，即固體結構分析中的物理方法，如 XRD、SEM、TEM、XPS、ESR、STM 等。數學角度，炭結構與特性研究時的數學方程的推斷；化學角度，涉及到有機物的組成結構、熱解和炭化反應，合成反應，化學反應動力學等；除化學學科的基礎課程外，還涉及如煤化學、石油化學、高分子材料、高分子化學與物理、催化化學、高溫化學、有機結構分析、有機固體、結構化學、量子有機化學等。

很高興有機會參與日本國內碳素材料學會年會研討會，實在獲益良多，尤其在各種炭材料科學應用與研究，深刻體會活用各種材料本身的特性去互補，形成新的材料體系，目前各國研究單位，無不投入大量資源進入此領域的開發，透過此研討會的參與和討論，更可深刻體會世界研發的動能和活躍。希望從這次會議帶回來的資訊，除了提供技術上的最新訊息外，也期望能鼓舞我們公司甚至台灣相關產業，於此領域的技術創新，投入更多的資源於技術開發、市場開拓以及相關智財的佈局等，為台灣下一市代的產業定調並搶占一席之地。

五、參考文獻

1. 碳, 維基百科 <https://zh.wikipedia.org/wiki/Carbon>
2. 王茂章 科學網. <http://blog.sciencenet.cn/>
3. 宋懷河 碳材料科學簡報 2011.
4. 新炭素材料入門 日本炭素材料學會編, 中國金屬學會炭材料專業委員會編譯 (1999)

六、 附錄

1A01 フェノール樹脂/ピッチ系樹脂共炭化によるリチウムイオン二次電池ハードカーボン負極材の開発：

住友電木株式會社持續發展鋰離子二次電池的硬碳負極材料並於 2012 年已開始進行量產。使用硬碳負極的電池通常具有良好的循環能力、倍率性能及低溫特性，但仍必須進一步提升電池性能並降低成本。因此，藉由研究 phenolic 樹脂與瀝青的共炭化，發現可以同時達到高度共炭化產量及高充放電容量。

1A03 リチウム二次電池電極材料としての TiO₂/マリモ状炭素纖維複合体の充放電特性：

金屬氧化物被廣泛當作鋰離子電池的活性材料，但因其導電性不佳而必須添加其它導電物質。在此研究中，我們利用熱液合成法製備了氧化鈦/球藻狀碳複合材料。以掃描式電子顯微鏡觀察發現，所產生的氧化鈦固體填補了奈米碳纖維間的空隙。氧化鈦/球藻狀碳複合材料的第一個循環的放電電容為 249 mAh g⁻¹。含有氧化鈦/球藻狀碳複合材料所製作的鈕扣式電池可在第二個循環至第十個循環間維持 92%的電容。

1A07 液パルスインジェクション法によるシリコン/炭素ナノ複合体の製造とリチウムイオン電池負極材料への応用：

先前有發表過可以利用液體脈衝注射法(LPI)來有效率地取得奈米碳纖維(CNF)。這次我們試圖利用這個技術來製作矽/CNF 奈米複合材料。根據掃

描式電子顯微鏡的影像顯示，所得到的產物是均勻的奈米複合物。充放電的測量則顯示，所得到的奈米矽與 CNF 的奈米複合材料比單純奈米矽與 CNF 混合物具有較高的電容。

1A09 LiB における導電劑の溶液親和性と電気化学特性との関連：

乙炔黑(AB)在鋰電池作用時會吸收溶劑。為調查 AB 周圍的溶劑變化，我們利用脈衝式 NMR 來評估具有不同分子量分散劑的 AB 漿料。結果發現，藉由 AB 周圍的分散劑改善 NMP 的用量與漿料實際的黏度具有相關性。

1A10 カーボンナノファイバー添加による高容量 LIB 負極の性能改善：

氧化矽是高電容鋰離子電池活性材料的選項之一，但要以氧化矽來取代石墨作為負極材料則相當困難，因為其具有較低的庫倫效率與週期保持性。添加石墨作為共活性材料與其他導電物質可有效改善負極電極的性能。在這篇報告中，將呈現混合導電物質與奈米碳纖維的效果，分析電極劣化的機制並與非混合系統的電池表現作比較。

1A11 有機電解液中での黒鉛系材料への電気化学的ナトリウムイオン挿入反応：

本篇探討電化學鈉離子嵌入有機電解質溶液中石墨材料的反應。X 光繞射圖譜與拉曼光譜的結果顯示，鈉離子僅僅嵌入天然石墨的表面區域。這表示鈉離子不太會擴散到石墨內。當使用奈米粒子大小的石墨材料時，則會提升鈉離子的嵌入量。

1A15 3 次元網目狀構造を有する酸化黒鉛還元体におけるバナジウムイオン酸化還元反応：

因鈳離子氧化還原的反應速率慢而導致的低能量效率是全鈳液流電池的主要缺點。本篇利用被還原的氧化石墨的 3-D 網絡來研究氧化還原反應，發現利用精細的 3-D 結構可顯著加強氧化還原反應。

1B01 From graphene to 2D transition metal carbides : Synthesis and applications :

首先會介紹在石墨烯材料的合成與應用上所取得的進展，包括大面積石墨烯單一結晶與膜的化學氣相沉積生長，以及其在可撓曲式有機發光二極體的應用、原始奈米石墨烯片的量產與在電池上的應用、抗腐蝕塗層、熱管理、與高導電 3D 石墨烯網狀鉅觀構造的化學氣相沉積生長及其在可撓式高效能鋰離子與 Li-S 電池上的應用。接著再討論高品質 2D 過渡金屬碳化物超導結晶的合成與傳輸性質。

1B02 Anomalous Molecular Interactions of Molecules Adsorbed in Carbon Nanospaces :

多孔碳提供了具有強電位孔洞的奈米受限空間，所以吸附的分子有著獨特的結構形成以及不尋常的分子表現。我們在這裡介紹了吸附在奈米碳空間中分子的異常結構與行為，尤其會集中在獨特的水氫鍵以及電解質在奈米碳管中的液化殼結構。

1B05 フラーレン抽出残渣の酸化によるカーボンナノオニオンの調製とその酸素還元活性：

利用由富勒烯抽出残渣衍生出的碳奈米洋葱來探討扭曲六角形層在奈米殼體結構上對於含奈米殼體碳(NSCC)的氧氣還原反應(ORR)活性影響。將富勒烯在 O₂/N₂ 中 600°C 下熱處理來製備 CNO。熱處理後的 ORR 活性與 CNO 比例取決於熱處理的時間。我們認為在 CNO 上形成的扭曲六角形層是造成碳觸媒 ORR 活性的主要因素。

1B09 液中プラズマ法を用いた単層CNT表面へのPt触媒の形成とその燃料電池への応用：

在白金電極間施加脈衝高電壓，可於單層奈米碳管(SWCNT)分散液中形成液中電漿。所形成的電漿濺佈在鉑電極表面而進入 SWCNT 分散液。因此鉑顆粒在 SWCNT 水中的表面上形成。SWCNT 上的鉑顆粒被當作高分子電解質燃料電池的催化劑使用。燃料電池的開路電壓為 0.9V，最大功率為 93mW/cm²。

1B10 酸化グラフェンを利用した Pt/C 触媒の合成と応用：

將氧化石墨烯應用到合成負載金屬的挑戰包括在還原時奈米片顯著的疊合。在這裡，我們報告一項利用鉑前驅複合物與氧化石墨烯在水中反應，接著以 H₂/Ar 快速加熱至 673K 來合成鉑/碳催化劑的新方法。快速加熱可避免氧化石墨烯過度聚集，並可產出如 N₂ 沉積及穿透式電子顯微鏡所顯示的具有高度分散鉑奈米粒子的中孔/大孔石墨型碳。

1B11 フミン酸を原料とした酸素還元用カーボンアロイ触媒：

非鉑陽極催化劑的發展對高分子電解質燃料電池的實際應用十分重要。碳合金催化劑可由腐植酸(HA)及添加物：苯二甲藍鈷(CoPc)、鐵酞青(FePc)的碳化混合物製備。碳的氧化還原反應(ORR)活性可與含奈米殼體碳(NSCC)作比較。由 HA 而來的碳比起 NSCC 具有較高的 4 電子選擇性。我們利用 4 電子選擇性與表面含氧官能基間的關係來探討這樣的結果。

1C01 応力印加によるゼオライト鑄型炭素の細孔径変化を利用した水蒸気吸脱着挙動の可逆的制御：

沸石礦模板碳(ZTC)是具有彈性的微孔碳，換句話說，其微孔可藉由機械力輕易地造成可逆形變。我們控制水蒸氣分子在沸石礦模板碳(ZTC)上的吸附性；當 ZTC 完全吸附水蒸氣分子後，施加機械力於其上，其微孔會收縮，並導致部分水分子被迫釋出至蒸氣狀態。反之，當機械力離開後，微孔會復原至初始狀態，ZTC 會再度吸附水蒸氣分子。如此藉由機械力誘導的吸附/釋放可逆控制是一種新的方法來進行吸附/釋放處理，而無須控制溫度及壓力。

1C02 多孔質炭素に高分散させた均一な粒径を有する微小金属ナノ粒子のスピルオーバーを利用した水素貯蔵特性の考察：

利用金屬奈米粒子的氫氣遷移效應是被研究的儲氫方式之一。奈米粒子載體中，多孔碳因其與氫的交互作用弱以及可逆儲氫性質而被拿來做為儲氫使用。但要將極度微小、均一大小的奈米粒子分散到碳載體上非常困難，

因為越小即活性越高的奈米粒子易在碳表面上聚集。在此研究中，我們展示利用有機金屬複合物將極為小且均一大小的奈米粒子良好地分散在多孔碳載體上，且可於溫和條件下被還原，進入碳載體的孔洞中。後續的還原可進行氫氣遷移效應所需金屬的種類與大小及其效應的研究。

1C03 窒素含有活性炭の製造 - 窒素ドーピング法及び極性物質の吸着特性
- :

將 RUF 樹脂進行空氣與碳化處理可製備碳焦，並測量其水蒸氣吸脫附等溫線。在相對低壓範圍內被吸附的水蒸氣量，與碳焦中的摻雜氮原子成正比。碳焦中的氮含量越多，其表面的親水性就越高。

1C04 バイオマスからの吸着式ヒートポンプ用活性炭の製造とエタノール吸着特性 :

因為其再生性與相對低價，生物質是用來製備活性碳的重要原料。由生物質而來的碳具有獨特的結構，例如非勻相質地及方向性，不同於由石油或煤渣所衍生的碳材料。在此研究中，我們嘗試控制 KOH 活化條件並以生物質(廢棄棕櫚樹幹及紅樹)來作為前驅物製備具高表面積的活性碳(AC)。此外，並探討製備出的生質衍生 AC 作為乙醇-AC 吸附式熱泵(AHP)系統吸附劑的應用性。

1C08 カーボンナノ空間においてイオン液体が形成する同種イオンの異常接近構造 :

以逆蒙地卡羅模擬輔助 X 光散射法探討碳奈米空間中的離子液體結構。在

奈米空間中，位於第一層的等電荷離子密度較在大體積中為高，此為受到導電壁的靜電屏蔽效應所致。

1C12 ポリアクリロニトリルを原料とする窒素／ホウ素含有カーボンアロイの塩基触媒反応特性：

製備了硼/含氮碳合金(BNCA)催化劑，並評估其於 Knoevenagel 反應(一種鹼性催化反應)中的催化活性。在 800°C 下可得 BNCA 的最大產率。

PI 04 スピンコート法によるポリアミドイミドからの黒鉛フィルムの作製：

由聚醯亞胺製備的石墨薄膜已被商業化，但因仍極昂貴而尚未普及。在此研究中，石墨化薄膜的製備是以聚醯胺-醯亞胺為起始材料做旋轉塗佈而得。旋轉塗佈的旋轉頻率、碳化的加熱速率及石墨化程度都會影響薄膜的形成。

PI 05 ヨウ素不融化处理を用いたイオン交換樹脂由来多孔質炭素の細孔制御：

利用離子交換樹脂中數種鹼性金屬的碳化及碘穩化來研發新的多孔碳製備方法。這些以碘處理過且經過碳化的樣品是一種碳的混合物，其中碘顆粒為副產物。碳化能達到高的焦炭產量。在經過蒸餾水的清洗移除碘後，其多孔性有顯著地增加。在鉀離子交換樹脂中所得的微孔體積較鈉離子交換樹脂中的大。

PI 06 活性炭電極を利用した Capacitive Deionization による脱イオン特性：

電容去離子技術(CDI)是用來去除水溶液中離子的技術之一。CDI 的原理與超級電容器(EDLC)相同。因此，我們試圖去測量 CDI 過程中 EDLC 所需商業活性碳的電化學特性。電雙層的形成及少量的還原反應是由循環伏安法所得之曲線圖形來推測。由循環伏安法資料計算所得之電容值會隨著披覆電極的厚度增加。

PI 07 ボールミル法により銅觸媒を担持した木質バイオマス炭素化物の調製及び特性：

將雪松木屑利用球磨機摻合銅觸媒後碳化，評估其對於乙醇脫氫反應的催化活性性高於商業的氧化銅觸媒。

PI 08 ボールミル処理による鉄複合炭素化物の作製と磁気特性評価：

由富含氧化鐵粉末的木質生質來製備負載鐵的多孔碳材料，並檢驗其碳化溫度的效果。其中，在 700°C 碳化的樣品表現出高剩磁性及最大的比表面積。

PI 09 Cu-Mn 酸化物担持木質バイオマス炭素化物の作成と特製評価：

檢驗了含銅及鎂碳材料製備方法對於一氧化碳氧化反應的影響。結果顯示，經過碳酸鈉與過錳酸鉀處理過的碳材料，可發現一氧化碳氧化反應。

PI 15 化学蒸着法を用いたリチウムイオン電池用シリコン系負極の作製と評価：

使用化學氣相沉積法將熱解碳塗布在石墨/奈米矽複合物粉末上，並評估其作為鋰離子電池陰極的特性。具有碳披覆可有效改善循環表現。

PI 17 超音波照射した黒鉛から得たグラフェンライクグラファイトの負極特性：

本篇探討石墨烯與由天然石墨粉末在 NMP 溶劑中超音波震盪所得之石墨 (GLG) 的電化學特性。所得樣品的層間距較由石墨所得之 GLG (非超音波震盪過) 的層間距為大。X 光吸收邊緣光譜 (XANES) 測量顯示，其餘氧量較多，且第一循環的電容亦較高。

PI 19 バイオマス由来ハードカーボンの Na イオン電池用黒鉛負極材への応：

鈉離子電池的陰極硬碳已成功地利用生物質作為經濟原料研發出來。我們檢驗了紅樹木材預熱處理條件對於陰極表現的影響。由紅樹衍生而得之硬碳經過七天 500°C 在腔體內壓 0.7MPa 下的預熱處理因能形成適當的鈉離子儲存區而有最佳的陰極表現：78% 的第一循環庫倫效率，300mAhg⁻¹ 的放電電容及 85.6% 的電容保持率 (100 個循環)。

PI 20 CO₂ 賦活カーボンゲルの細孔構造がリチウム空気電池特性に与える影響：

鋰空氣電池因為其具有理論上極高的能量密度而受到許多科學家的關注。在此種電池的放電時期，過氧化鋰會沉積在碳電極的孔洞中。雖然其多孔的結構會影響電池表現，碳的適合沉積的多孔構造仍有待釐清。在此研究中，我們追蹤碳電極的多孔結構在放電時的變化，發現碳的介-巨孔體積會在放電後減少，表示這些孔洞確被作為沉積之用。此外，以二氧化碳活化的方式增加介-巨孔體積會導致更高的比電容。

P I 21 硫酸メラミンを添加したセルロースの加熱炭素化と電気二重層キャパシタ用電極材料としての特性：

試圖利用纖維素作為碳源及硫酸三聚氰胺作為氮與硫的來源，來合成碳材料，並將所得樣品作為超級電容器的電極來評估其表現。利用添加硫酸三聚氰胺將氮導入碳材料中，但樣品中僅有少量的硫存在。每單位重量的電容值與硫酸三聚氰胺的添加並不相關，但每單位面積的電容值會隨著硫酸三聚氰胺的添加而增加。

P I 22 多孔質炭素の細孔内部における導電性ポリマーの重合の検討と電気化学特性の考察：

利用多孔碳材料如活性碳的超級電容器(EDLC)可作為功率密度高及循環壽命長的能量儲存裝置，但其能量密度卻較包含鋰離子電池在內的二次電池低十倍之多。因此增強 EDLC 的能量密度相當重要。多孔碳材料與導電性高分子的雜合能夠增強電容器的能量密度，但導電性高分子的循環壽命不佳。在此研究中，我們提出在多孔碳的孔洞內形成導電性高分子來抑制

其在充放電過程中的降解，並預期功率密度有明顯改善，因為碳表面與高分子間的接觸面積增加，電阻則隨之減少。

P I 29 耐熱性に優れた芳香族系高分子-炭素纖維界面接着挙動に関する研究：

在此研究中，我們探討了熱穩定性高的 CFRTP 的機械性能與碳纖維介面及聚合物基體(PES)間的介面黏合強度的關聯性。介面黏合強度是以碎裂法測量而得。

P II 01 分光分析と計算化学による芳香族化合物の炭素化過程の解明：

在足夠的試管中裝入芳香族化合物如菲、芘及蒽並置於真空中加熱至 473-973K。以紅外光譜(IR)、拉曼光譜與元素分析來分析這些樣品，比較實際測量得到的光譜與模擬而得的光譜。芳香族的脫氫反應會在兩種化合物間形成四角形、五角形與六角形。這樣的結果顯示，六角形脫氫後產物的模擬 IR 與拉曼光譜的圖形與實際加熱芳香族化合物至 873-973K 所得之實際光譜較四角型與五角形來得相似。

P II 11 セルロース由来粒子状水熱炭化物の調製とその炭素化及び賦活効果：

纖維素與纖維素奈米纖維的熱液碳化在高壓鍋內進行。這些熱液碳經由 H₃PO₄ 活化，並藉由 SEM 與氮氣吸附-脫附分析來探討這些熱液碳及活化過的樣品。活性碳的氮氣吸附-脫附等溫線顯示他們具有微孔及介孔。

P1113 リチウムイオン電池負極炭素材料のミクロ・メソ構造解析シミュレーション：

鋰離子電池陽極的表現會受到微觀/區域層面上結構不同的影響。XRD 或 SAXS 可用來解析這樣的結構。但要從這些分析方法確認實際結構相當困難，且這些結構如何影響電池表現仍舊不明。我們利用 XRD 與 SAXS 來模擬碳的微觀與區域性結構。

P1121 炭素材料の電気化学的耐性とエッジサイトの関係：

碳材料的電化學降解與其端面點有密切的關聯，但因為進行分析的困難度使端面點在降解過程的實際角色仍舊不明朗。我們發現拉曼光譜、氮氣吸附等溫線與熱重分析並不能提供碳結構與電化學穩定性間關係的線索，但當脫附分析的溫度設定達 1800°C 時，被氫原子終結的端面點對於電化學降解有強大的影響。

P1130 メチル基を含むピラー化炭素薄膜の作製とガスセンサ特性：

從經辛基三氯矽烷接著被甲基三氯矽烷矽化的氧化石墨的熱還原反應中，成功製備含有甲基的柱狀碳薄膜。所得之樣品，暴露在數種有機分子氣體中，比起先前的樣品有著更高的抗性。此外對於水蒸氣的相關反應則降低，這也許是因為樣品中的甲基會部分妨礙其吸附。

2A03 ソフトカーボンへのアニオンインターカレーション：

探討了六氟磷酸根離子以不同的真密度嵌入數種軟碳的能力。在軟碳中的嵌入與脫嵌是藉由 X 光繞射分析來證實，充放電過程會可逆改變軟碳的層

距。真密度與電容間有著相關性，高真密度軟碳表示其電容會較石墨來得高。軟碳是能夠做為雙離子電池正電極的適當材料。

2A06 革新電池のブレイクスルーのためにカーボンの構造定量化を！：
碳材料對於能源裝置的發展是必需的，但目前碳材料的特性未能充分揭示能源裝置的電化學特性。以鋰空氣二次電池為例，缺陷與步驟對於電化學特性有著相當大的影響，所以能夠作為發展最佳碳材料的指標。而對於鋰離子二次電池的負電極材料，結晶的層數與大小則有顯著的影響，並能夠被定量測量。因此碳材料的結構應經過定量測量來進行創新電池的發展。

2A07 車載用 LIB の今後の展開 —予想されるシナリオ—：

電動車輛鋰離子電池(LIB)的市場成長到目前為止都十分緩慢，但對於2018年後車輛的數種環保規範，可以預期電動車輛 LIB 的市場將會相當快速地成長。未來的載具科技有著多種版本，LIB 技術必須更進步才能因應這些眾多版本。

2C03 ポリベンゾオキサジンからの黒鉛薄膜の合成：

利用將塗佈上的 poly-benzoxazine 熱處理來合成 70 nm-1.3 μ m 後的石墨薄膜。可藉由改變塗佈條件，如旋轉速度及母液濃度，來控制所得之薄膜厚度。SEM 的觀察與 X 光繞射測量結果顯示，石墨薄膜具有高度結晶性及對於薄膜表面的方向性。

2C04 熱処理温度の異なる等方性ピッチ系炭素繊維の構造及び物理特性：

晶格常數(d_{002})與拉曼頻帶比例(I_D/I_G)顯示在經過高於 2000°C 熱處理的碳纖維(CF)與天然石墨間有著正線性關係。不同HTT處理過的CF電阻率與導熱性都有被測量。

2C07 有機高分子系の熱分解を制御した形態保持化学的固相炭素化：

要製備由許多微纖維組成的碳材料，如木漿紙，是十分困難的，因為有機聚合材料會在高溫下熱分解與氣化。我們發現了新的碳化方式，利用碘與硫磺酸做為催化劑可防止聚合材料在高溫下熱分解。我們在這裡展示了經化學型態保持碳化法從纖維素所製作出的螺旋聚乙炔膜與布。因此，我們能夠製作出螺旋碳膜與碳化過的織物。

2C11 炭素繊維の到達可能強度の評価：

在碳纖維(CF)上引入鈍凹口，針對點應力標準考慮CF的正交異向性來推估碳纖維的內在強度，並進行有限元素分析來計算凹口尖端周圍的應力分布。CF的正交異向性的測量則是在單一CF上施行拉伸、橫向壓縮與扭轉測試。由這些結果中，高強度CF的內在強度為 $24\pm 2\text{ GPa}$ ，表示商業化CF實現了20%的內在強度。

3A01 EDLC用活性炭電極の表面処理と高電圧充電耐性：

高壓作業($>3\text{V}$)對於改善超級電容器(EDLC)的能量密度十分有效，但高電

壓充電通常會造成活性碳電極與有機電解質間的電化學降解而破壞 EDLC。高電壓充電的電化學降解主要因素有電解質的組成以及活性碳電極的表面條件。近年來，作者們揭示了摻雜氮的活性碳電極能夠耐住高於 3V 的浮動充電測試。在此研究中，作者們報告了商業化活性碳作為 EDLC 電極經熱處理、氫處理、氧化、氮摻雜等表面改良後的比較結果。

3A02 シームレス活性炭電極のフロート耐久試験による状態変化：

傳統超級電容器(EDLC)的電極是由活性碳顆粒、導體及黏結劑所組成的複合物。近來，我們發現無縫活性碳電極在 EDLC 的耐久測試中，相較於傳統電極有更好的表現。在本文中，我們利用無縫活性碳電極作為 EDLC 電極模式的結果，討論了浮動充電耐久測試導致 EDLC 降解的機制。

3C01 ピッチ系炭素纖維製造における高圧不融化効果の検証：

穩定性是確認瀝青基碳纖維機械性質最耗時間也最重要的過程。我們完成了各向同性纖維(IP)與中間相瀝青纖維(MP)壓力穩定化來檢驗壓力對於耗氧速率以及其在穩定化纖維上分布的效應，(IP 與 MP)纖維在壓力穩定化條件下都表現出較高的耗氧速度。

3C06 ピラー化炭素へのアニオンのインターカレーション：

我們探討陰離子在有機電解質溶液中電化學嵌入柱狀碳，並觀察到在由甲基三氯矽烷矽化的石墨氧化物經熱還原三次而得之柱狀碳的氧化反應中，其氧化峰值在 0.7 V vs Ag/Ag⁺。在此電位下，BF₄⁻離子會嵌入到內部，且層間距達至 2.13 nm。移除被嵌入物種後，層間距會稍微減少，碳酸丙

烯酯能夠進入所得到的柱狀碳的層間空間。這顯示在電化學氧化反應中，有些柱狀結構會被移除，使得 BF_4^- 離子的入口變得較大。