

出國報告(出國類別：進修)

臨床 3D 電生理定位與心室心律不整 之學習進修

服務機關：國立臺灣大學醫學院附設醫院新竹分院

姓名職稱：林廷澤主治醫師

派赴國家：日本

出國期間：2017 年 06 月 20 日至 2017 年 09 月 16 日

報告日期：2017 年 09 月 20 日

摘要

對於複雜性的心率不整，電燒手術已經作為第一線治療的方法，為了瞭解複雜性心律不整的機轉和電生理特徵，3D 立體電生理定位 (3D mapping)的技術益發重要。當 3D mapping 的過程中，我們不僅可以把心臟腔室的外殼所描繪出，也能知道心律不整的機轉。而心律不整當中，以心室頻脈(Ventricular tachycardia)最為嚴重，它是由左或右心室所發出，並以每分鐘 120 -300 下的速度跳動著，且跟心房不協調，因此造成心因性休克甚或猝死。心因性猝死往往是醫療臨床上最困難處理的課題，尤其是在正常且無心臟疾病的族群，猝死帶來的社會、經濟和醫療層面影響非常巨大，而其中以心室頻脈為最常見的原因，故利用 3D 立體電生理定位來達成電燒治療心室頻脈為本次進修的主要課題。

本次於筑波大學附屬醫院的循環內科進修三個月，在野上(Nogami)教授的指導下，學習相關技術如下:

1. 學習各種不同 3D mapping 的系統的使用和特徵。
2. 學習不同心室頻脈電燒的方法和策略
3. 學習心臟內超音波 Intra-cardiac echocardiography (ICE) 的使用

成果豐碩，加上配合本院即將採買的 CARTO 3D mapping 系統，相信能夠嘉惠竹苗地區心律不整之患者。

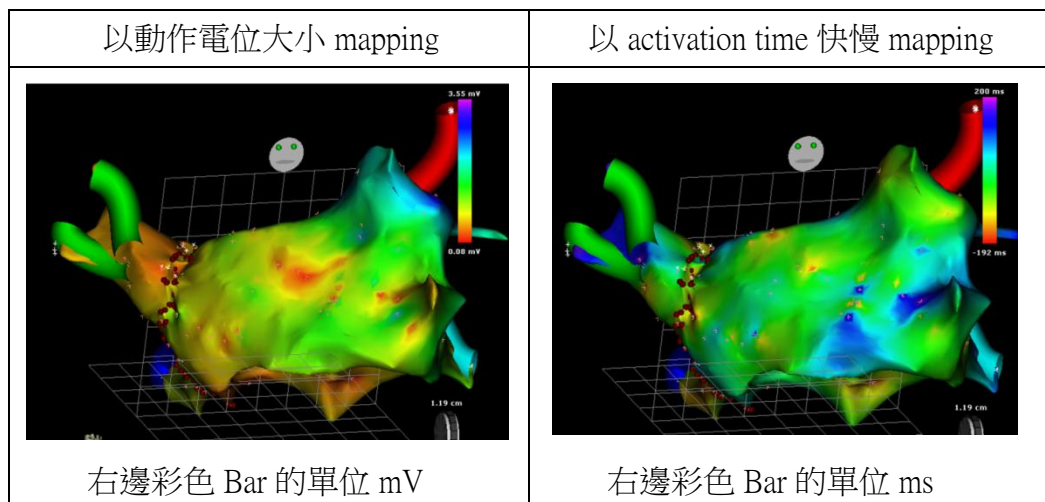
目次

一、目的.....	1
(一) 研究背景.....	1
(二) 研究目標.....	4
二、過程.....	7
(一) 進修單位及日本心律不整治療概況介紹.....	7
(二) 心房顫動、心室早期收縮和心室頻脈之治療.....	8
(三) 特殊設備.....	13
三、心得.....	14
四、建議事項.....	16
附錄	

一、目的

(一) 研究背景

對於複雜性的心率不整，電燒手術已經作為第一線治療的方法，為了瞭解複雜性心律不整的機轉和電生理特徵，3D 立體電生理定位(3D mapping)的技術益發重要。3D 立體電生理定位系統目前臨床上使用的有多種方式，包括 Johnson-Johnson 的 CARTO® 3 system、St. Jude Medical 的 EnSite Precision™ Cardiac Mapping System 以及 Boston Scientific 的 RHYTHMIA™ Mapping System 這幾種，而其運作的機轉則有利用電磁場(electro-magnetic)或是電阻 (impedance-based)定位的方式，使用導管繪製出心臟各個不同腔室的 3D 立體外殼，而在繪製腔室外殼時，同時也記錄該部位心肌細胞的電生理特徵，包括該區域動作電位的大小和相對應的心肌激活時間(activation time)，也依據這兩項不同的特徵我們可以在腔室中不同區域但有相同大小動作電位或心肌激活時間(activation time)，給予一樣的颜色，而不同颜色代表不同數值，便可以繪製出下列兩種相同外殼不同電生理特徵的 3D 立體電生理定位(電燒心房顫動而 map 左心房)



當 3D mapping 在取點的過程中，我們不僅可以把心臟腔室的外殼所描繪出，也能知道心律不整的機轉，以心肌激活時間(activation time)

而言，如同彩虹顏色紅到紫，紅色表示該區域是最早 activation，而紫色表是最晚，因此當我們把整個腔室取點取完後，可以藉由顏色分佈的狀態，判斷心律不整的機轉是單點心律不整 (trigger activity or increased automaticity)或是回圈 (re-entry)。若是單點心律不整，則顏色圖案會呈現單點炸開的方式，以最紅色的地方為心律不整的發起點，便是電燒的標的。而若是 re-entry tachycardia，因為迴圈的關係，紅色或是紫色並不代表絕對的最早或最晚，隨著選定的參考點或是紀錄時間間距不同，紅色的點就會隨著不同的設定而有所不同。因此要判斷哪裡是電燒的標的便需要更多的訊息，包括傳遞速率(conduction velocity)來判斷哪裡是心肌傳遞較慢(slow conduction)的地方，便可能是回圈 (re-entry)的重要峽部(isthmus part)，3D mapping 中取的點數夠不夠，能否更完整地呈現整個回圈 (re-entry)的迴路(約需至少取 200 點)，另外，紀錄時間間距的設定也很重要，大約是整個心律不整的 cycle length 在少 10-20ms。

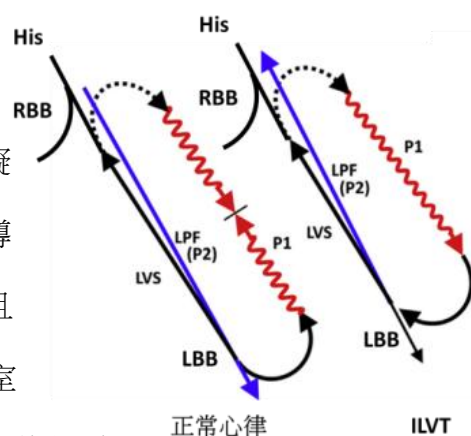
心室頻脈(Ventricular tachycardia)是由左或右心室所發出，並以每分鐘 120-300 下的速度跳動著，且跟心房不協調，因此造成心因性休克甚或猝死。對於心室頻脈的治療有三種方式，第一種為幫病人裝置體內去顫器(Intra-cardiac defibrillator, ICD)，在患者有心室頻脈或心室顫動時，給予電極讓心臟回到正常心律，然而裝置 ICD 並無法避免產生心室頻脈，而是為病人裝置一個安全網，如同一個 24 小時跟在身邊的醫師加上電擊器。第二種為抗心律不整的藥物，可以降低 75%復發的機率，但同時也容易誘發其它心律不整和藥物帶來的副作用。第三種治療的方式為電燒手術，利用上述所說的 3D mapping 方式，可以更有效且廣泛地治療各種不同的心室頻脈，而手術的風險有中風(小於 1%)、心室破裂(1-2%)和傷口出血(約 1%)，而成功率在正常心臟超過 90%，在心肌

梗塞或是心肌病變的情況下，一年成功率為 50-75%。

在正常心臟中產生的心室頻脈，需經過詳細檢查並無心肌病變或結構性問題後，便稱為不明原因的心室頻脈 (Idiopathic ventricular tachycardia, IVT)，佔心室頻脈的 10%，不明原因的心室頻脈常見的有左右心出口處的心室頻脈(ventricular outflow tract tachycardia)和分支內迴圈性心室頻脈 (intrafascicular verapamil-sensitive reentrant tachycardia)。電燒手術在處理這些心律不整時，至少有 80%以上的成功率，常見的失敗原因最主要是無法在電生理功能室中誘發心室頻脈，而現行的治療指引也把電燒作為 Class I 的治療指引。而左右心出口處的心室頻脈 (outflow tract VT)最常見的位置則是在 RVOT，接著是 LVOT (約 12%)，basal part of interventricular septum，靠近二尖瓣或三尖瓣的地方和 aortic sinus of Valsalva。

而以迴圈性為積轉的分支內心室頻脈 (fascicular VT)以特發性左心室頻脈 (idiopathic left ventricular tachycardia ,ILVT)最常見，其實也是不明原因的心室頻脈中最常見的心室頻脈，約佔 10-15%。在臨床心電圖上，

可以看到規律且寬的 QRS(然以心室頻脈的標準來看，是相對窄的，約 130ms)，呈現右束支傳導阻礙 (RBBB)的表現，而整個心電圖的導極(polarity)是向上的(superior axis)，且對 verapamil 有效。其機轉為在心室傳導束支(fascicular bundle)所產生的迴路



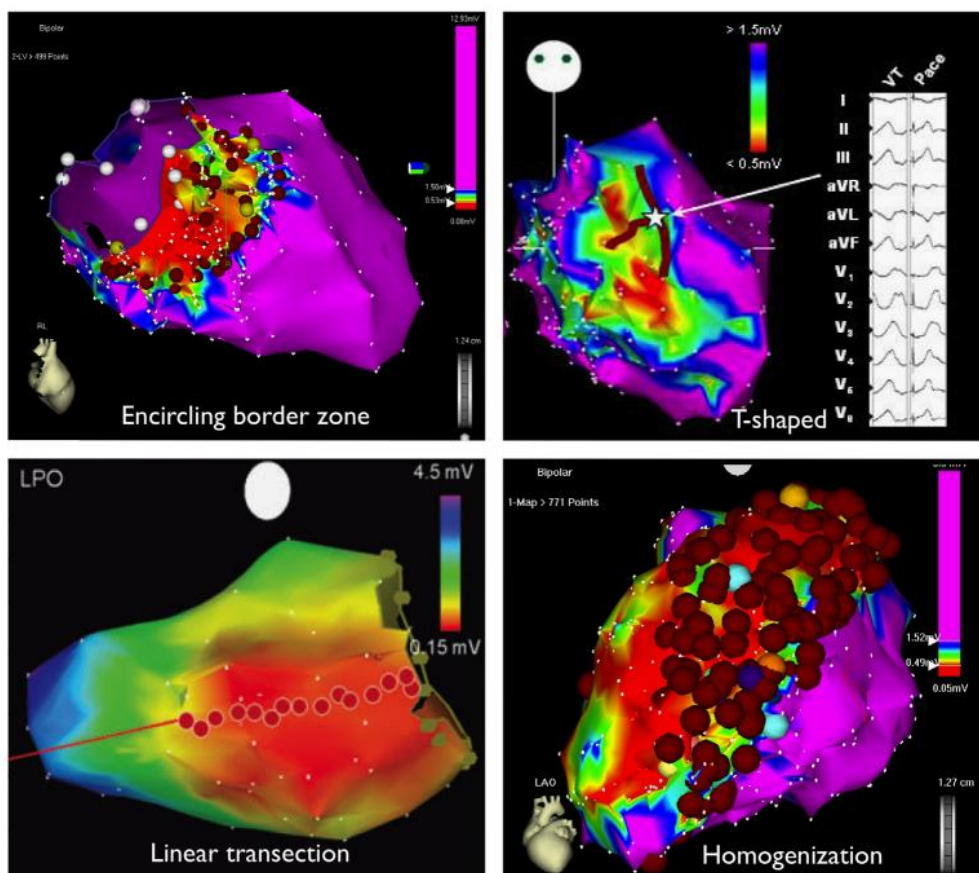
(reentry circuit)，在 2000 年由本計劃預計研習的指導教授 Akihiko Nogami 發表在 JACC 上 (如右圖)。

(二) 研究目標

延續在上述內文中所提到的心室頻脈的電燒，在心臟正常的患者，其成功率約八成以上，然而在心肌病變或是因心肌梗塞於左右心室產生 scar 而引起的心室頻脈，電燒成功率通上約一半，且容易復發。電燒失敗的原因很多，例如心室頻脈的 morphology 常是多形性的，在 EP lab 中誘發不出臨床上發生的心室頻脈，即使誘發出後，患者血壓不穩定所以無法進行取點(mapping)、entrainment 以及電燒標的常常是在心肌中層(mid-myocardium)或是心肌外層(epicardium)，造成電燒上的困難。

基礎上，於電生理功能室中，可以利用臨床發作的心電圖來定為心室頻脈的位置，若是在 lead II, III, avF 是正向波，多位於前壁，若是在 Lead I 是負向波，多是來自 septum，若在胸前導極於 V1 或是 V2 就是正向波，多是在左心室的 basal part，反之則在心尖處。因為在這些心肌病變的患者中，心肌因受傷產生的疤痕(Scar)常會造成許多傳導路徑阻礙(conduction block)，因此心室頻脈的機轉多是迴圈(re-entry)，所以可以利用 entrainment 的技巧來定為迴全的出口處(exit site)或是峽部(isthmus part)，此外，也可找出左心室中的較慢被激活處或是破碎電位處 (late or fractionated potential)，為心肌傳遞較慢(slow conduction)處，可以在這些地方作電刺激，所誘發出的心電圖與臨床發作的心電圖作比較，看是否相似(pace mapping)，這些都可以定位出某些點來作為電燒的標的。此外，有時需進入到心包膜內，進行心肌外層的電燒治療 (epicardial ablation)。

對於無法誘發出心室頻脈時，電燒的策略便是利用 3D mapping 系統來記錄和測量心室的心肌電位活動情況 (substrate mapping and ablation)。策略上約分成四種，如下圖所示：



利用 substrate mapping，把心肌疤痕處 (scar)的定義設定為小於 1.5mV 以下的區域，如右圖的色彩繽紛的 mosaic 處，這些心肌疤痕處常是傳遞較慢(slow conduction)或是傳導路徑阻礙(conduction block)的地方。左上圖為電燒策略為把心肌疤痕圈起來的 encircling border zone。右上圖為利用 pace mapping 把心室頻脈回圈的出口處 (exit site)定位出後，利用 T-shape 的電燒形狀，除了把出口處阻斷後，然後再往疤痕深處電燒，以消除細小的傳遞通道(conduction channel)。左下圖為簡單的把疤痕處分開來減少心室頻脈產生。右下圖為仔細且廣泛性的把整塊疤痕處有較慢的電氣訊號(late potential)或是分開或破碎的電氣訊號(split or fragmented electrogram)，都是電燒的標的，稱為均化 (homogenization)。

上述這些內容，都是日益蓬勃的電燒策略，也是臨床上能夠幫忙到病人，減少心室頻脈復發的方法，且都需要配合上 3D mapping，因此本計劃希望能夠到 Akihiko Nogami 教授的團隊中學習心室頻脈電燒的方

式，因此本次預計學習目標如下：

1. 學習各種不同 3D mapping 的系統的使用和特徵。

如上述內文所述，在台灣至少有三種 3D mapping system，然台大醫院僅使用 CARTO 3D，所以希望能夠到日本學習其他兩種 mapping system 的使用和技巧。

2. 學習不同心室頻脈電燒的方法和策略。

電燒策略日新月異，在 Akihiko Nogami 教授團隊中，主要是電燒心室頻脈為主，所以能夠藉由本計劃到教授的醫院學習如何治療心室頻脈，不僅以電燒為主，還須學習從診斷、住院照護、短期住院治療、長期追蹤和預後評估。

3. 學習心臟內超音波 Intra-cardiac echocardiography (ICE)的使用

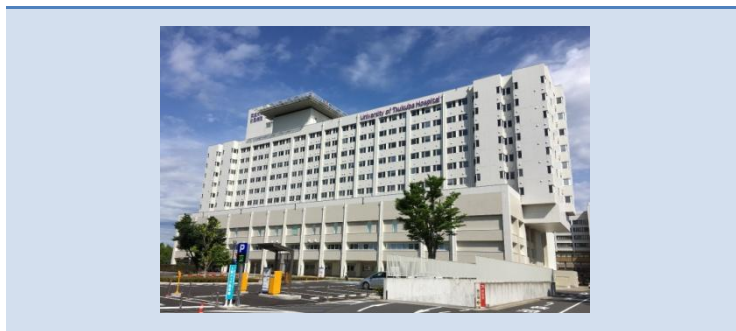
ICE 是有別於胸前和食道內超因波的另外一種心臟超音波，在 3D mapping 方面可以快速的建構左心室中的兩個 papillary muscle，對於治療 papillary VT 很有幫助。此外，使用 ICE 可以讓臨床醫師更有把握的作 transeptal 這個 technique，更快的完成心房顫動的電燒，也能幫忙左心耳封阻器的置放。

二、過程

(一) 進修單位及日本心律不整治療概況介紹

本次進修單位為筑波大學附屬醫院，位於筑波市，筑波市是一個位於東京都心東北 50 公里、茨城縣境內的都市。是建設於 1960 年代的類似大學城的城市，筑波大學及產業技術綜合研究所設於此。本次進修單位為循環內科，主任為青沼教授，而指導我的為野上教授。

筑波醫院



筑波大學是在 1970 年代大學競爭引起的大學改革過程中，作為「新型大學」的試驗校，繼承了 1973 年 10 月廢止的東京教育大學的全部資產，在筑波市創立的大學。

筑波大學附屬醫院循環內科以電生理及心律不整治療為其特色，為三級醫學中心，其下轄之合作醫院把需電燒治療的患者轉診至此。日本一年電燒的病例有 7 萬多台，其中 5 萬台為心房顫動為主，故循環內科電燒治療的疾病，以心房顫動居多。關於心房顫動之治療也以最新的冷凍氣球治療為主，加上日本自主研發的 Hot balloon，傳統的 point-by-point 電燒也是治療主力，此三種治療方法，在筑波大學循環內科約每年四百台。

(二) 心房顫動、心室早期收縮和心室頻脈之治療

1. 心房顫動

心房顫動是最常見的心律不整，其盛行率約為 1~2%，且隨著年齡增加，盛行率也越高，對於日本和台灣高齡化社會結構而言，為一個需要重視的心律不整。目前日本對於心房顫動的治療相當重視，除了在藥物及中風的預防外，以電燒(radiofrequency)、冷燒(Cryoballoon)和熱燒(Hot balloon)方式，來降低心房顫動的發作和降低中風的風險，每一台給付都比台灣健保高出許多，能使用的治療工具也很多，故為本次至筑波大學附屬醫院循環內科學習重點之一。

心房顫動的治療主要為獨立左右兩側肺靜脈，稱為 pulmonary vein isolation (PVI)，可使用的方式有很多種，接下來將著重於冷燒治療 (cryoballoon)，此為近來五年的新治療方式，可以減少手術時間、患者疼痛感、降低併發症以及輻射暴露。

(1) 新式技術：RF needle

Japan LifeLine RF needle

高周波エネルギー経中隔穿刺用針

RF Needle

RF Needle

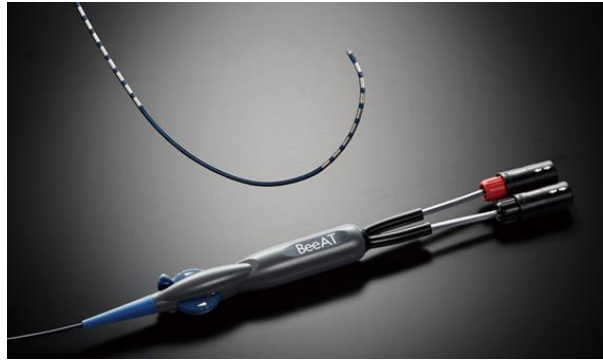
高周波エネルギー経中隔穿刺用針



此技術可以減少因為物理性穿刺 (mechanical puncture)造成的併發症。

(2) 去顫導管：

這次看到是一條 Japan Life Line 的 Beaat 管子，6Fr 從脖子放，有 RA 和 CS，總共 20 極，如下圖：



BeeAT (ビート) 心腔内除細動システム

(Catheter for Atrial Cardioversion System SHOCK AT)

這個管子除了可以看 RA 和 CS 訊號，同時也可以作 DC shock，
只要 5-20 焦耳

(3) 雙側肺靜脈造影 (Bilateral pulmonary vein angiography)



兩側肺靜脈造影可以清楚的知道肺靜脈的結構，以利冷凍氣球的使用。

2. 心室早期收縮

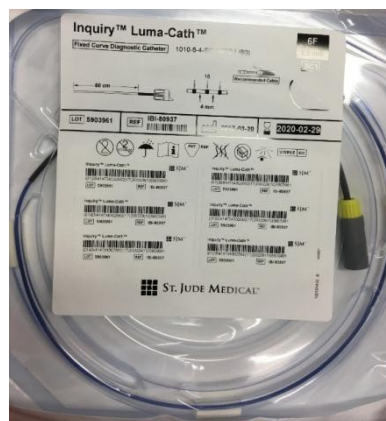
心室早期收縮大多以左右心室出口的來源為電燒對象，與台灣不同的電燒技術為利用特殊的導管來更精準的定位心室早期收縮的位置。

簡單整理冠狀竇(coronary sinus, CS)的結構，其實可以用冠狀動脈 (coronary artery)的位置來記憶冠狀靜脈 (coronary vein)的位

置，coronary sinus 走在僧帽瓣環 (mitral annulus)的後方心房心室相隔的凹槽 (AV groove)處(也就是右冠狀動脈的分支(PLA)走的位置)，走到底會有一個 Vieussens valve 隔開 CS 的盡頭和三個分支 1. great cardiac vein(伴隨左迴旋支本體)、2.posterior vein of LV (平常放 CS LV leads 的血管，伴隨著左迴旋遠處分支)、3. Oblique vein (LOM)。Great cardiac vein 往前走，伴隨著左迴旋支-OM 分支然後納入 left marginal vein，走到前面會伴隨著左前降支就叫作前心靜脈(Anterior interventricular vein, AIV)。

在 CS 的近端處會有兩條靜脈：middle cardiac vein 會伴隨著右冠狀動脈的分支:PDA，small cardiac vein 也是往右邊的 AV groove 走伴隨著右冠狀動脈主體，anterior cardiac vein 會伴隨著 RCA 的 marginal vein and RV branch

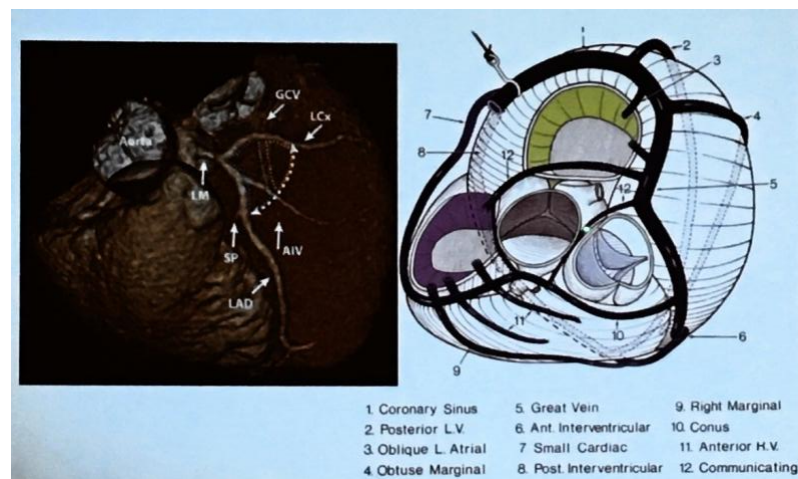
特殊導管擺放的位置，利用他們是用 St. Jude 的導管，如下：



左圖為中間有 lumen，為 6 Fr，再從 lumen 中放一支 2Fr 的 CS，如上圖右，放置完後就同下圖：



2F的導管是放在放到 G C V 再過去的 connecting vein : GCV 和 SCV 有三條 connecting vein，分別在 aorta 後面，aorta 和 PA 之間和 P A 的前面，如下圖：



這樣可以看到很特殊位置的 LV summit 的 VPC，非常少見。

3. 心室頻脈電燒

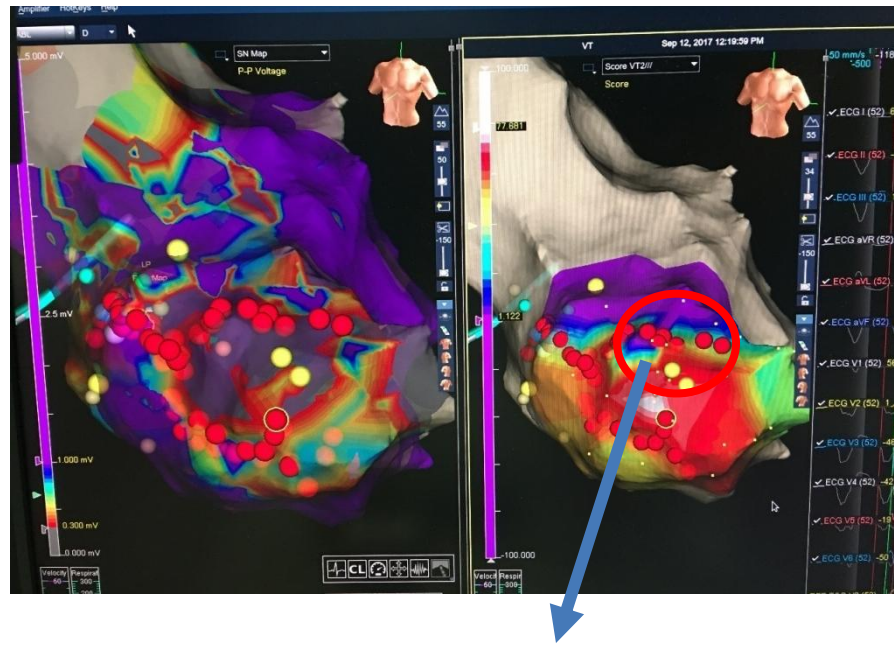
心室頻脈電燒的方式有好幾種，茲整理為以下幾種:

- (1) 先記錄和測量心室的心肌電位活動情況(substrate mapping),看哪裡有疤痕,然後在誘發心室頻脈，在疤痕附近等然後做心室頻脈時的心肌激活測量取點 (activation map)。
- (2) 定位峽部(isthmus): 利用 Pacing map，看像不像。測量 stimulus to

QRS 時間，來定位哪裡是入口處哪裡是出口處。

(3) 利用 PASO module 或是 ensite score,來定位整條峽部 isthmus

有關第三個方法，可以看 de Chillou Christian 在 2014 heart rhythm 的文章：heart rhythm. 2014 Feb; 11(2):175-81



箭頭拉出來的地方是一個 concave，可以看到 PASO 的從最像的白色到紅色到綠色到最不像是紫色。

概念上是在 isthmus pacing，紫色是從 entry site 反方向出去的意思，所以可以推測在突然改變的點可能是在 mid-isthmus 的地方。

(三) 特殊設備

筑波大學附屬醫院循環內科的 3D mapping 有 CARTO 3D、EnSite Precision 和 Rhythmia，三種系統都有在使用，總歸來說，CARTO 3D 多用在心室早期收縮或是心室頻脈的治療，或是用在心房顫動電燒的二次治療，優點是擁有較好的 Geometry 和 Anatomy 的定位。而 EnSite 就多用於冷燒或是電燒後的確認，以及在一些心房顫動的電燒治療。

Rhythmia 則是多用在右心房或是左心房的心律不整，以心房頻脈最多。

心臟內超音波 (intracardiac echocardiography, ICE)，在平常治療時非常常用，多在做心房穿刺和快速定位和描繪左心室常用。臨床上常使用在從 papillary muscle 所發出的新是心律不整。以下為例:



可以看到 LV 的外殼是利用 CARTO SOUND 所畫出，棕色部分則是利用 ICE 定位的後側的 papillary muscle。

三、心得

整體而言，日本在電燒治療方面，比台灣細緻許多，且除了醫師之外，儀器設備的工程師也很多，整體為一個實力堅強的團隊，於電燒治療時，醫師可以非常專注於治療端，筑波大學導管室並不大，但卻因為團隊整齊且醫師可專心地治療病人，所以在心律不整治療方面為日本心律不整治療中心之一，且為三級醫學中心，故患者並不多且多需由地區或區域醫院轉診才能到筑波大學附屬醫院求診，醫師負擔不大故可全心全意的治療患者。

以下圖為例：



此為單一導管室的工程師群，每個人都各司其職且記錄詳實，實為台灣電燒治療方面應該學習之處。

也因醫院分級，所以醫療資源可以集中給最需要的患者，避免浪費，另一方面，單一患者能夠享有的醫療資源，也十分豐富，舉治療心房顫動電燒治療為例，其單一患者的給付可以高達五十萬以上，遠非台灣所及。

儀器設備的完整也是筑波大學附屬醫院循環內科的特色，在這邊三種 3D mapping system 都有，且每種運用都非常熟悉，醫院方面十分支持儀器的更新和進步。此外，在高級導管方面(例如 pentaray, ICE, LASSO)的使用上也沒有太大限制，也使得醫師可在較短的時間完成治療，減少輻射暴露量和併發症。且在新進的醫療技術，也是跟著全球的腳步，例如左心耳封阻手術、雷射氣球，無導線的心律調節器都可以在此看到並學習。台灣較少的

皮下體內去顫器和使用雷射拔除心律調節器導線手術，也都是這邊常看到的治療技術，也學習到很多。

愉快的科內氣氛是讓我印象深刻的另一主因，這裡的主任青沼教授十分重視科內氣氛，做為表率在不管冠狀動脈治療或是心律不整電燒都很注重患者，也對外來參觀學習人員友善，並不如想像中的排外。野上教授十分關心我的學習和進修的狀況，在電燒手術過程中，很風趣的且細心的關心我在日本生活狀態，真的十分感激。此外，循環內科的電生理治療的訓練研修醫師 (EP fellow)對於我提出的問題也很認真回答，讓我覺得有回到家的感覺，非常愉快。

四、建議：

有幾項建議可以回饋給台大新竹分院和總院的導管室

1. 盡量紀載詳實，培養工程師及相關技術人員和護理師。
2. 可以考慮增設多一種的 3D mapping system，目前總院只有 CARTO，希望能夠增買 Ensite 或是 Rhythmia
3. 增加螢幕，可以讓更多人看到心內的電氣訊號和 3D mapping 的過程。
4. 增加冷燒的使用，台灣目前使用冷燒作為治療心房顫動的方式並不多，一年大約 40-50 台，而健保於 2017 年 11 月已有部分補助，建議可增加使用冷凍治療的案例數和經驗。
5. 多發表相關電燒和治療心律不整的文章。

附錄

圖一、野上教授與我合照



圖二、與循環內科的住院醫師和電生理研修醫師合照

