

出國報告（出國類別：其他）

參加大陸綿陽核學會學術年會報告

服務機關：核能研究所

姓名職稱：陳家杰 研究員

派赴國家：大陸

出國期間：104 年 9 月 20 日~104 年 9 月 25 日

報告日期：104 年 10 月 27 日

摘 要

本次公差於 104 年 9 月 20 日至 9 月 25 日赴大陸四川省綿陽市，參與中國核學會 2015 年學術年會，交流高階醫材之研究經驗，並藉此瞭解中國核能界在能源與核醫產業之發展狀況。本次公差除了推廣國內相關核技術及核醫藥品，同時發表一篇口頭論文，並與大陸相關研究單位及產業界就能源發展及核醫藥物研發之政策方向、高階醫材研發技術推廣、掌握大陸研發技術方向等議題進行討論，以做為本所日後研究工作規畫的參考。

關鍵字：電子加速器、核電發展狀況、中國核學會 2015 年學術年會、高階醫材推廣，核子醫學。

目 次

摘 要	i
一、目 的	1
二、過 程	2
三、心 得	13
四、建 議 事 項.....	14
五、附 錄	15

一、目 的

本次公差本所(核能研究所)藥產中心陳家杰主任會同本所剛訪問完日本相關核單位之高良書博士、莊俊博士、陳彥旭博士及郭木進科長任於 20 日赴大陸四川省，參與中國核學會 2015 年學術年會，交流高階醫材之研究經驗，推廣國內核醫、輻照及醫材，並藉此瞭解中國核能界在能源與核醫產業之發展狀況。

本次公差係配合「參訪大陸高階醫材檢測機構、企業及參加兩岸高階醫材研討會，蒐集資料做為本所研討策略之參酌」計畫執行需求，與大陸相關研究單位及產業界就能源發展及核醫藥物研發之政策方向、電廠在福島事故後的改善現況及其爐心監測系統發展、高階醫材研發技術推廣、掌握大陸研發技術方向等議題進行討論，以做為本所日後研究工作規畫的參考。

二、過 程

本次公差於 9 月 20 日經由桃園機場赴成都機場再轉往綿陽市參加中國核學會 2015 年學術年會，於桃園機場會合本所技推中心莊俊主任、綜計組郭木進科長、核工組高良書組長、陳彥旭四員後共同搭機搭機至大陸四川成都，隔日搭大巴士到達綿陽市，即刻至綿陽市長虹國際酒店會場報到並參加中國核學會 2015 年學術年會，並拜訪中國工業工程師學會等單位。此次在大陸四川省綿陽市參加會議公差自 104 年 9 月 20 日起至 104 年 9 月 25 日止，共計 6 天，並發表口頭論文一篇，行程如下：

表一：公差行程表

行程					公差地點		工 作 內 容
月	日	星期	地點		國名	地名	
			出發	抵達			
9	20	日	桃園	成都	大陸	成都	去程
9	21	一			大陸	綿陽	去程、參加中國核學會 2015 年學術年會
9	22	二			大陸	綿陽	參加中國核學會 2015 年學術年會
9	23	三			大陸	綿陽	參加中國核學會 2015 年學術年會
9	24	四			大陸	綿陽	參加中國核學會 2015 年學術年會、發表論文一篇
9	25	五	成都	桃園			回程

以下茲將相關行程細部內容分述如下：

本所陳家杰主任會同本所技推中心莊俊主任、綜計組郭木進科長、核工組高良書組長、陳彥旭博士四員參加中國核學會 2015 年學術年會，該會議為中國核學會之例行學術年會，週期每二年一次，本次輪由中國工程物理研究院承辦，於四川省綿陽市舉行。中國核學會二十多個分會均動員參與，為中國大陸核研相關部門共同參加的一個大型研討會，參與人數可比擬大型國際研討會。

綿陽市簡稱涪或綿，古稱涪縣、綿州，位於四川盆地西北部，是中國四川省第二大城市(第一大城為成都市)、四川省西北區域中心城市、成渝經濟區西北部中心城市。綿陽是中國重要的國防科研和電子工業生產基地，是大陸國務院批准建設中國唯一的「科技城」。自公元前 201 年漢置涪縣始，歷來為郡縣、州府治所，是唐代詩人李白的故鄉。綿陽是中國首批「三網融合」試點市、首批「促進科技和金融結合」試點地區，有全國文明城市、聯合國改善人居環境最佳範例獎（杜拜獎）、國家園林城市、國家衛生城市等榮譽稱號，位於成都市東北方，總人口約五百多萬人。綿陽市重要的科研單位包括中國工程物理研究院、空氣動力研究與發展中心、燃氣渦輪研究院等研究單位皆在此，有其發展優勢。中國工程物理研究院簡稱中物院，俗稱九院，就是中國的核武器研發中心，自 1964 年 10 月 16 日首次核彈試爆成功後，中物院對於中國軍方一直是個重要單位。中物院的精神為“鑄國防基石，做民族脊梁”，在本次學術年會的開幕式與重要演講中，也透露出對於國家貢獻製造出原子彈、氫彈等的驕傲。此次學術年會雖由中物院承辦，但也只有開幕式當天在其院區的大會堂舉行，並無開放參觀院區，其餘活動仍是在綿陽市區的長虹酒店進行。

會議首日(9 月 21 日)進行報到註冊，主要是共同認識，報到 20 多個學術單位的攤位佔滿整個報到會場，個別學會各自辦理報到或直接到總會攤位繳費報到。9 月 22 日為開幕式，並進行重點報告，包括中國十大核科技進展、放射化學、華龍一號反應器、三代核電自主化等簡報。所選出的中國十大核科技進展包括：(1)100 兆電子伏強流質子回旋加速器建成；(2)CO₂+O₂ 綠色地浸採鈾技術實現規模化工程應用；(3)中國自主研發的第三代壓水式反應堆核電技術“華龍一號”開工建設；(4)中國核燃料後處理放化實驗設施建成；(5)世界最大單機容量核能發電機研制成功；(6)中國綿陽研究堆及中子科學研究平台建成並投入使用；(7)首台以猝發方式工作的兆赫茲重覆率強流多脈衝直線感應加速器“神龍二號”研制成功；(8)大型先進壓水堆核

電站 CAP1400 通過國家能源局組織的示範工程核准評估；(9)中國自主設計的燃料元件 CF3 先導組件入堆測試；(10)高溫氣冷堆示範工程燃料元件完成堆內輻照試驗。

由會中頒布的十大核科技進展可看出，中國的核能發展已逐漸擺脫引進國外技術的階段，除了工程應用以外，基礎科學研究亦投入相當資源，並且已開始建設自主之核反應器與核燃料及加速器，並開始建立國內核設施及輸出，其企圖心極強。福清電廠的 5、6 號機組已決定採用中核及中廣核集團合作的華龍一號反應器，預定 2015 年動工、2020 年商轉。該反應器爐心可裝設 177 束燃料束，也預定要使用中國自行開發的 CF3 型核燃料。中國的核電目標是達成國產化 85%以上，且已與巴基斯坦、阿根廷等國進行出口事宜，最近更投資英國，將協助英國蓋核電廠，可見其實力。

放射化學應用研發上，已開發出 1 ml 至 10 立方米之分析應用技術，還有獨步全球移動性核爆檢查儀具，另外在海水提鈾技術上也直追國際，Tc-99 的生產研究也全力進行中，可見中國大陸在核能技術研發上不但積極度也直追國際水準，另外九院在放射化學研發經費雖然 5 年只有 2000 萬人民幣，它的成效卻相當可觀，值得我們注意，會中觀察到與會人員的自信與驕傲，國內相關核研單位及從業人員，面對反核擁核之爭議時，應檢討如何超脫爭議，重建信心，回歸研發及工作本位。

會中亦邀請中廣核集團人員簡報，該集團自 1979 年引進法國核電技術後開始發展，目前主要的服務範圍包括核電、新能源、核燃料、金融服務等。中廣核集團於 2014 年投入 23.5 億人民幣，發展華龍一號、小型反應器、智能核電、先進燃料等核電相關技術，力求技術自主化，成效已受肯定且相當卓著。

9 月 23 日與 24 日為分組討論，共有 12 個分會場，議程如表 2 所示，範圍相當廣泛，包括核能動力、物理、材料、化工、同位素、醫學等，應該已包含了所有的核能項目，圖 1、2、3、4 為當天核能動力分會場的照片。本所陳家杰主任於 24 日簡報「TRODAT-1 在台灣發展現況」論文一篇如圖 5，及附錄(一)所示。該會議發表論文數甚多，23 日有 223 篇，24 日有 152 篇，雖然有不少是學生發表的研究論文，但也表示中國相當重視核能方面的研究，假以時日累積，其成效會相當驚人。

表 2 中國核學會 2015 年學術年會分組議程

分會場	23 日上午	23 日下午	24 日上午	24 日下午
1	核能動力	核能動力	核能動力	核能動力
2	核物理	核物理	核物理	N.A.
3	核材料	核材料	核材料	核經濟技術與管理現代化
4	粒子加速器	粒子加速器	核醫學	N.A.
5	同位素分離	同位素分離	計算物理	核情報
6	核技術工業應用	核技術工業應用	輻射研究與應用	N.A.
7	核聚變與等離子體	核聚變與等離子體	脈衝功率技術及其應用	N.A.
8	核測試與分析	核測試與分析	同位素	N.A.
9	核電子學與探測技術	輻射物理	核農學	N.A.
10	鈾礦地質	鈾礦地質	鈾礦冶	鈾礦冶
11	核化工	核化工	核化學與放射化學	N.A.
12	核安全	核安全	輻射防護	輻射防護



圖 1 中國工程物理研究院(九院)科學會堂外集合點



圖 2 第一天中國工程物理研究院(九院)科學會堂內開會場所



圖 3 中國核學會 2015 年學術年會開幕現場



圖 4 中國核學會 2015 年學術年會核能動力分會場

在輻射應用上，中國大陸已經以工業產品之研發為主，進行一系列的輻射聚合、輻射交聯等等的研發，如對製造碳纖維、鋰電池陶瓷隔膜、輪胎製造等都有報告，此方面不同於我們輻射應用的研究主要還聚焦在醫農學上面，主要我們的輻照設施停留在以鈷 60 射源為主，而中國大陸則已開始進入電子加速器為主不同；在核農學上，此次會議發表有九篇，主要以食品照射保存和育種為主，此和我們差異不大，但研究的項目不同，如他們常作水稻育種照射，而我們已偏向花卉育種，花卉改良方面，主要是他們目標在增產，我們則以改善提升生活品質為要，此科技若能進行交流，兩方面都可以有互補等實質之獲益；核醫學方面發表的文章約有 9 篇，包含影像精進、腦中樞研究及放射免疫、報告基因、小動物 PET 等等，和我們的研究大致上是一致的。

粒子加速器的製造為輻射產業的基本，中國大陸此方面的研發生產，相當成熟，1980 年大陸完成了第一台 12 MeV 強流短脈衝電子直線加速器，2002 年完成 2 MeV 自屏蔽式電子束消毒滅菌裝置，2007 年完成了 10 MeV/15 kW 高能大功率電子輻照加速器示範工廠，所以大陸粒子加速器由最初生產供應科研直到現今大型設施供應工業界使用，已具國際水準並極有競爭力，報導中除了第一天所講 16 MeV 反波型行波加速器等高等加速器外，10 MV/40 kW L-波段電子加速器已穩定運轉並朝著 100 kW 以上精進進行，另外如中國原子科學院發展出的 10 MeV/20 kW 電子輻照加速器、自屏蔽式電子束滅菌加速器(2 MeV/1 kW)等等早已在市面上應用，我們至今未有該種產業，可能是市場太小所致，若我們要進入此領域，一定要考慮到雙方的競爭，投資的效益，另一方面若能引進他們的設施及技術，並進行相關適應本地中小企業生態的改良，應該有成長空間。

另外北京大學李淑榮教授也利用電子加速器進行了一系列的農產品照射研究，她揭露全世界 54 個核准食品照射國家中，大陸為全世界最大也最多的輻照食品國家，總量約為全世界的 1/3，接近每年 20 萬噸，此應該有大陸本身的需求導致，雖然全世界加速器(1300 套)約為鈷 60 射源的 5 倍，大陸為已到 1 比 1，各為 100 多套，可見大陸對電子加速器及鈷 60 照射場的選擇才開始走向電子加速器時代，由近日全世界環保意志高升及廢射源處置不易的趨勢，大陸的策略應該是正確的，台灣近日已沒有新增的鈷 60 輻照廠，並增加了幾座電子加速器廠，應該也是此原因。

電子加速器在殺菌方面劑量和鈷 60 差不多，對農產品口味的影響也同鈷 60 一樣影響不大，在殺蟲除黴方面效果也差不多，故電子加速器除了照射速率快於鈷 60、沒有鈷 60 廢射源處理等等，優點遠大於鈷 60，不過電子加速器穿透力低，產生的溫度效應也較高，在食品照射時要注意其劑量均勻度及冷卻降溫，技術層次較高，宜加以注意；由於下半世紀電子加速器的使用可能遠大於鈷 60 射源。台灣在推廣輻照產業上，除了要加強工業應用的開發外，也要認真考慮電子加速器取代鈷 60 射源的問題。

同位素研發發表上，此次我們發表了一篇口頭論文，由陳家杰主任發表“TRODAT-1 在台灣發表現況”一文，發表論文時的照片如圖 5，主要是介紹 TRODAT-1 在台灣由研發到商業化的歷程，TRODAT-1 為國內第一個也為全世界第一個上市的藥物，目前已行銷全世界，該藥物由研發、臨床試驗到上市申請及行銷全世界的經驗，可作為推展核醫藥物的範例，口頭報告後有一系列的討論，該報告獲得與會專家的注意，為一相當成功的經驗。



圖 5 本所陳家杰主任於中國核學會 2015 年學術年會中發表論文

除了分組發表論文，長虹酒店的戶外廣場亦有邀請核應用相關的廠商展覽，因當日正好下雨，草地上還鋪設了木板，如圖 6 所示。有許多廠商展示輻射應用的產品，像是污染偵檢器或輻射計數器等設備。其中安全檢查系統相當受注目，藉由 X 光機掃瞄車輛，可看出是否攜帶槍械等物品。



圖 6 中國核學會 2015 年學術年會廠商展覽會場

三、心得

(一) 本次中國核學會學術年會動員了中國核學會二十多個分會參與，參與人數可比擬大型國際研討會。由會中頒布的十大核科技進展可看出，中國的核電已由引進國外技術發展到自主設計，開始建設自主之核反應器與核燃料，其企圖心極強。

(二) 大陸核能科技總經費應遠遠超過我們，包含的研發項目也多於我們，台灣在科研上，除了精進國內已有之基礎外，更應尋求重點突破，將少量經費集中到最重要的研究項目，以求突破並維持競爭力。

(三) 該會議亦有廠商參展，有不少產品屬於輻射檢測應用，特別是安全檢察方面，可能是與中國政府防範恐怖攻擊有關。

(四) 在反核民意高漲的時候。核電從業人員的士氣也大受打擊，對我國能源發展並無益處。反觀大陸核能產業研發及工作人員士氣相當高，且很驕傲於本身的研究貢獻，我們應鼓勵專業人員繼續發揮專長，超越反核擁核等迷失，尋找並確立自身的信心，除了持續和民間溝通外，也應持續努力、善盡本意，努力達成專業工作目標。

四、建 議 事 項

(一) 本次中國核學會學術年會浩浩蕩蕩地分成了二十餘個分組會議，規模相當大，國內在科研上限於人力，多以單向科研研討會為主，如核醫學會、影像醫學會、放射醫學會、核廢料研討會等等，若可以整合國內核能科學，舉辦一次大型的研討會，共同交流，應可以收到更好的成果。

(二)大陸核能研發及工作，直追國際水準，我們在相關領域的研發限於經費及人員，應避免項目過多及無謂的競爭，並以重點突破方式進行，以保持相關研發之競爭力，另外也可深思尋求兩岸科研的合作，以互補雙方的優缺點。

(三)大陸四川省當地生活習慣與臺灣有明顯差異，在氣候上雖和台灣差不多，但飲食較辣且較油，當地交通管理也不如台灣，任意切換車道或亂鳴喇叭時常發生。出差人員需較注意生活安全，避免突發狀況延誤公務。

五、附 錄

本所陳家杰主任「TRODAT-1 在台灣發展現況」簡報內容



The Development of TRODAT-1 in Taiwan **TRODAT-1在台灣發展現況**



Dr. Chia-Chieh Chen (陳家杰)
Director of Radiopharmaceutical
Production and Marketing Center



Atomic Energy Council, Executive Yuan
Institute of Nuclear Energy Research

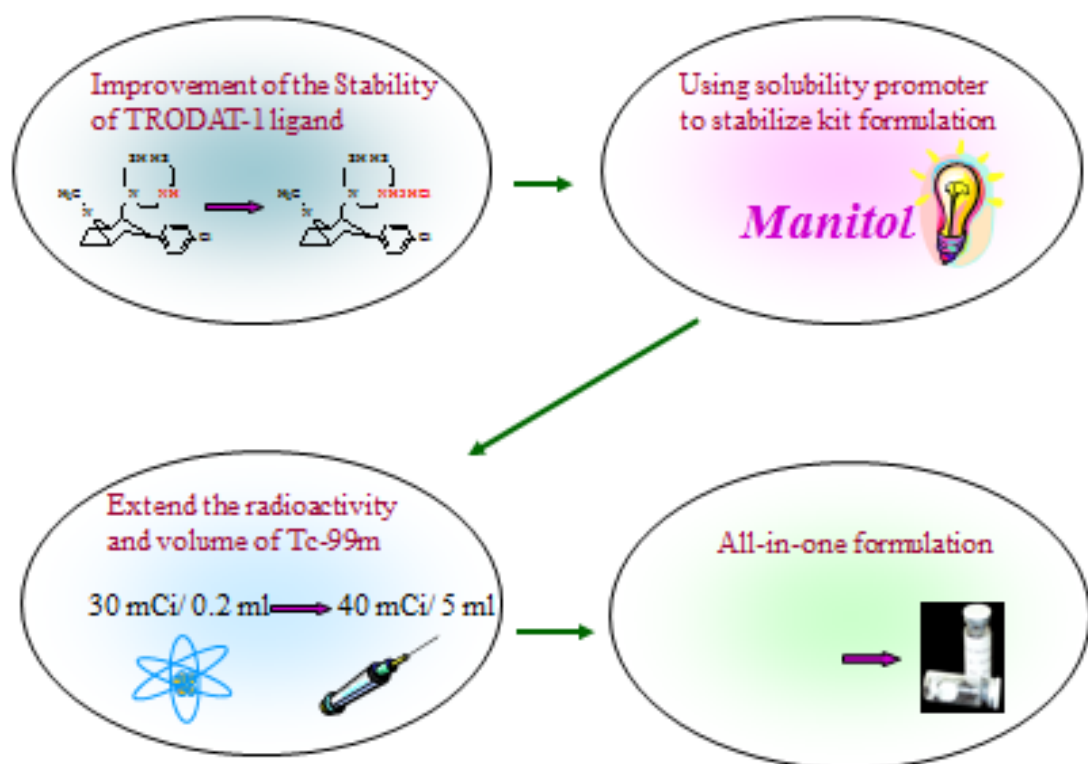


The Comparison of the Radiopharmaceuticals for Imaging Dopamine Neurons

Radiopharmaceuticals characteristics	F-18-FDOPA, F-18-FMT	DaTSCAN Dopascan* Altropane*	Tc-99m-TRODAT-1
Imaging modality	PET Very expensive, not widely available	SPECT Widely available	SPECT Widely available
Radioisotope	F-18 Produced by cyclotron	I-123 Produced by cyclotron	Tc-99m Eluted by Mo-99/ Tc-99m generator
Half-life	109 min	13.2 hr	6 hr
Price	Very expensive	Very expensive	Affordable, the price about 1/6~1/10 compared to F-18-FODA or DaTSCAN
Availability	Research only	Cannot be delivered to long distance	All-in-one kit, can be prepared for on-site



The Improvements of TRODAT-1 Kit

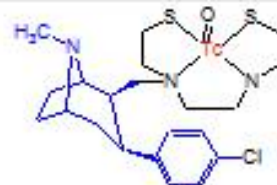




INER TRODAT-1 Kit

The First Commercialized Technetium-99m DAT Imaging Agent

- A **all-in-one kit** formulation for the preparation of Tc-99m-TRODAT-1.
- The second radiopharmaceutical being commercialized as imaging dopamine transporter in the world. The formulation is patented in Taiwan, ROC.
- Obtained the PIC/S certificate in 2014



Tc-99m-TRODAT-1



INER TRODAT-1 KIT





The Milestones of Developments TRODAT-1 Kit



- 1997年文獻蒐集研讀、可行性及市場評估、所外技術引進，完成計畫規劃及執行策略
- 1997年1月-1998年4月完成配位子原料之合成與鑑定研究
- 1998年9月完成標幟配方、製程與品管研究
- 1999年5月衛生署通過學術研究人體臨床試驗申請
- 1999年7月與智利Clinica Las Condes Santiago簽署國際合作研究
- 2000年10月DCB完成單一與重複劑量毒性試驗
- 2001年6月衛生署與聯合人體試驗委員會通過「鎳-99m-TRODAT-1多中心、第三階段查驗登記用臨床試驗」申請
- 2003年6月「鎳-99m-TRODAT-1查驗登記用臨床試驗」取得核准備查函
- 2004年3月提出新藥查驗登記申請
- 2004年12完成品管分析方法確效
- 2005年1月完成原料純度鑑定方法開發與確效
- 2005年6月獲得藥物許可證
- 2015年藥證讓與GMS，已完成簽約



The Formulation of INER TRODAT-1 Kit

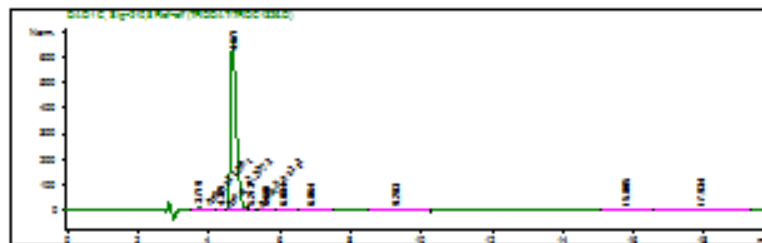
■ TRODAT-1 · 3HCl	0.126 mg
■ Stannous chloride dihydrate	0.032 mg
■ Sodium glucoheptonate	0.32 mg
■ N ₂ EDTA · 2H ₂ O	0.93 mg
■ Mannitol	20 mg
■ Sodium phosphate dibasic, anhydrous	4.1 mg
■ Sodium phosphate monobasic	0.46 mg





The Purity Tests of TRODAT-1 Ligand & Tc-99m-TRODAT-1

Purity of TRODAT-1 precursor > 90%





INER's Patents for TRODAT-1

專利名稱
銨-99m標記的多巴胺轉運體造影新核醫藥物及其製備方法 (中華民國專利)
多巴胺轉運體造影藥物銨-99m-TRODAT-1放射化學純度之快速測定法 (中華民國專利)
一種分析TRODAT-1原料純度的方法 (中華民國專利)
一種分析TRODAT-1原料中不純物的方法 (中華民國專利)
A novel technology for the purity assay of TRODAT-1 raw material
Technology for the determination of impurities in TRODAT-1 raw material
A novel technology for the purity assay of TRODAT-1 raw material (美國專利申請中)
Technology for the determination of impurities in TRODAT-1 raw material (美國專利申請中)
銨-99m-TRODAT-1放射化學純度分析方法 (中華民國專利)
Method for testing radiochemical purity of Tc-99m-TRODA-1 (美國專利)





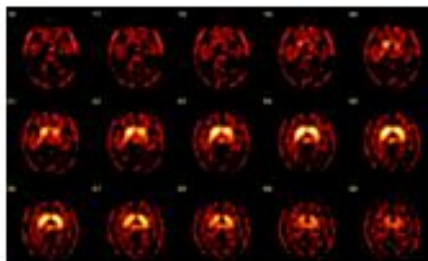
How to Take TRODAT-1 Imaging



Preparation of Tc-99m-TRODAT-1



Administration of Tc-99m-TRODAT-1 solution intravenously



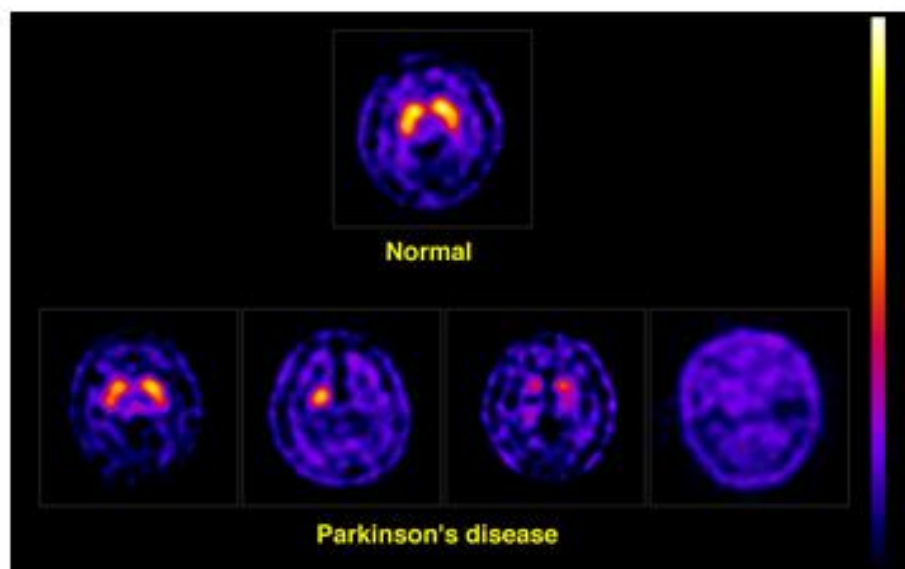
Acquisition of images



Imaging a patient on a SPECT



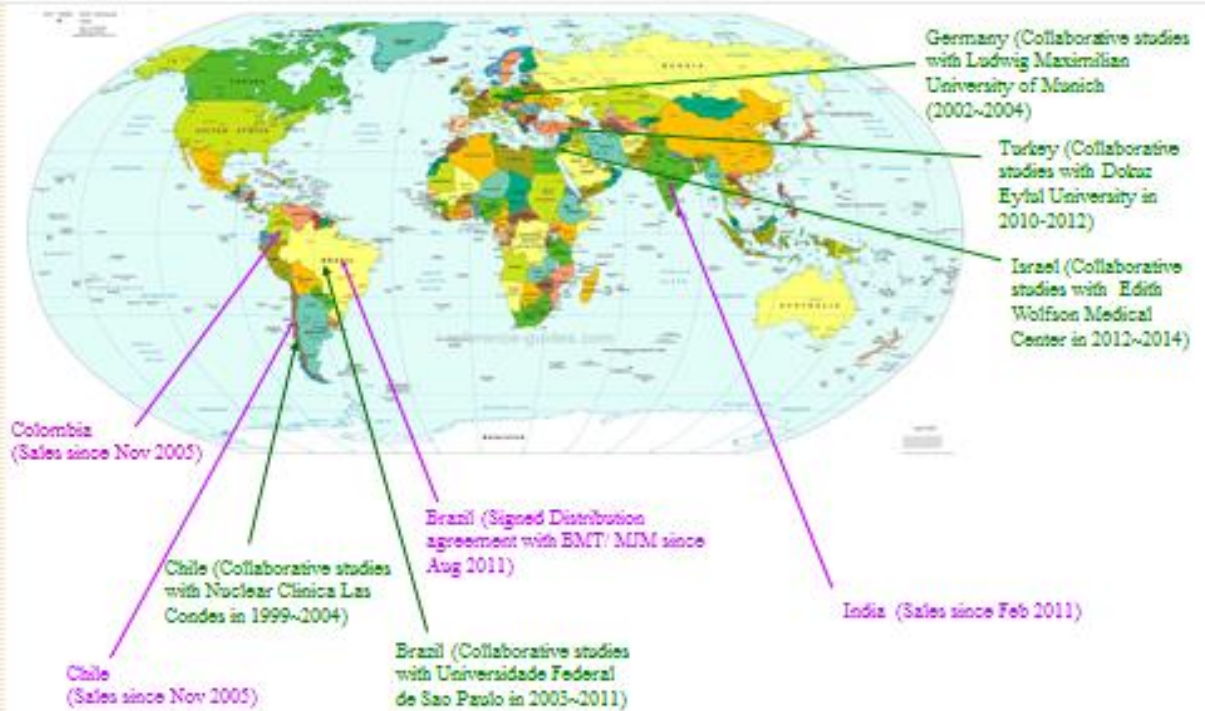
The Clinical Utility of Tc-99m-TRODAT-1



The differentiation between a normal and abnormal distribution is primarily based on shape which reflects differences of uptake intensity.



International Sales and Collaborative Studies





The Publications Using INER TRODAT-1 Kit

- Taiwan (SCI papers)
 - 88 publications (SCI papers)
 - Period: 1999~2013
- Brazil: Universidade Federal de São Paulo
 - 15 Publications (SCI papers)
 - Period: 2003~2011
- Germany: University Munich
 - 4 Publications (SCI papers)
 - Period: 2002~2004



The Sales of INER TRODAT-1 Kit

Year	Quantity (vial)	Notes
2005	341	Sales starting from Nov 2005
2006	1,987	
2007	1,829	
2008	2,238	
2009	1,661	
2010	1,936	
2011	3,697	Signed Distribution Service Agreement with Brazil distributor since Aug 2011
2012	4,098	
2013	4,906	
2014	6,468	
2015	8,400	Signed a licensing out contract with GMS in July
Total	37,561	



Thank you for your attention!