



# 經濟部智慧財產局

## 產業專利分析與布局競賽簡報

團隊名稱：關鍵6.9秒

競賽主題：環境永續愛地球

競賽題目：鐵道國產化分析與布局-以閘瓦摩擦材料為例

中華民國 110 年 10 月 18 日

# 目錄

壹、緒論

貳、分析標的說明

參、產業技術介紹

肆、檢索策略與過程

伍、智財分析

陸、智財布局策略

柒、結論



指導教練  
蘇信寧 博士

- 現職：國立陽明交通大學科技管理研究所副教授
- 經歷：韓國延世大學訪問學者  
國立中興大學科技管理研究所副教授
- 學歷：伊利諾理工學院機械材料與航太工程研究所博士
- 研究領域：專利巨量資料分析、專利統計與創新策略、智慧財產權管理、科技政策、創新管理、策略管理
- 期刊編輯：科技管理學刊「智財與大數據」領域主編  
Frontiers in Research Metrics and Analytics - Patent Analytics 主題編輯  
(Patent-based Study for Industrial Innovation)  
International Journal of Technology Intelligence and Planning 編輯委員



劉奕宏

- 學歷：國立中央大學光電科學與工程學系博士(在學中)  
國立清華大學科技管理碩士、國立中央大學光電碩士
- 專長：光電科技、智權管理、產業分析
- 證照：智慧財產人員能力認證-專利技術工程、程序控管、檢索分析與增值運用  
(證照號: P-T-0014-2013、P-P-0019-2014、P-S-0016-2013)
- APIAA 產業分析師認證(證照號: 析協認字(108)證10040號)
- 第二屆全國大專院校專利檢索競賽-電子電機組第一名



### 徐慧桓

- 學歷：國立台北科技大學化學工程所碩士、國立台灣科技大學化學工程所學士
- 專長：高分子材料、專利檢索分析、產業分析
- 證照：智慧財產人員能力認證-專利檢索分析與加值運用 (P-S-0006-2020)、專利分析師職能認證 (JF23RC1A0084-001)、2019年產業分析師資格認證 (JF23RC1500S025)



### 王淳右

- 學歷：國立台北科技大學電機工程系博士(在學中)  
國立高雄科技大學電腦與通訊工程所碩士
- 專長：資訊通訊、專利檢索分析、產業分析
- 證照：2020年智財布局分析培訓課程(109年TIPS字第0175號)



### 陳俐蓉

- 學歷：國立陽明交通大學科技管理研究所碩士(在學中)  
國立虎尾科技大學企業管理系學士
- 專長：財務分析、公司治理、產業分析
- 證照：MIC2021決策未來產業分析營(MIC(認)字第IA11008508號)



### 邱奕嘉

- 學歷：國立中央大學產業經濟研究所碩士(在學中)、中原大學企業管理系學士
- 專長：財務分析、公司治理、產業分析
- 證照：經濟部-無形資產評價管理師初階(證照號)、MIC2021決策未來產業分析營(MIC(認)字第IA11008514號)

全球思維

國家思維

產業思維

產品思維

環境永續愛地球

- 氣候領袖視訊峰會
- 氣候變遷績效指標(CCPI2021)

低碳永續家園

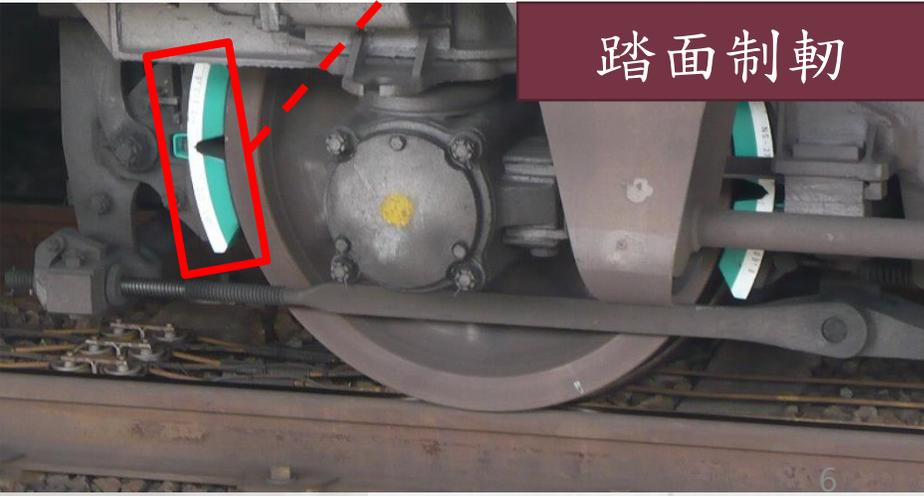
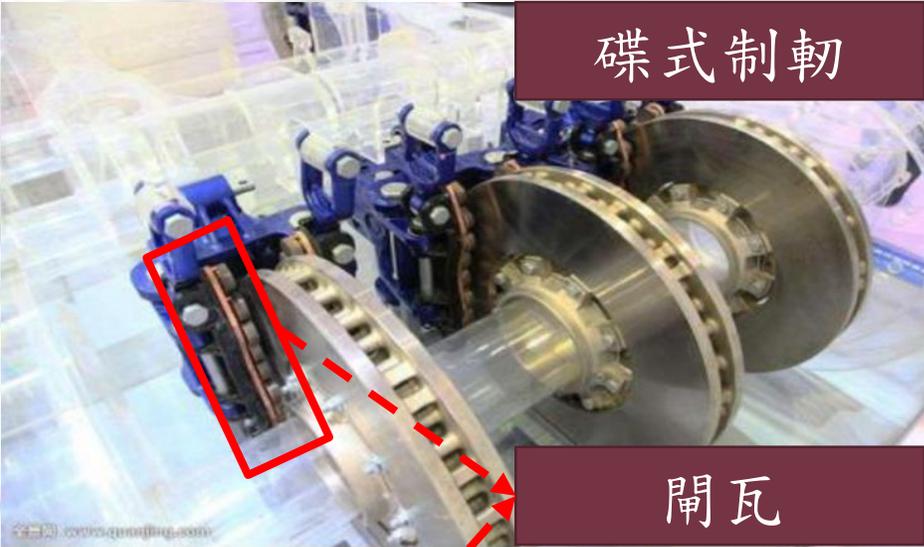
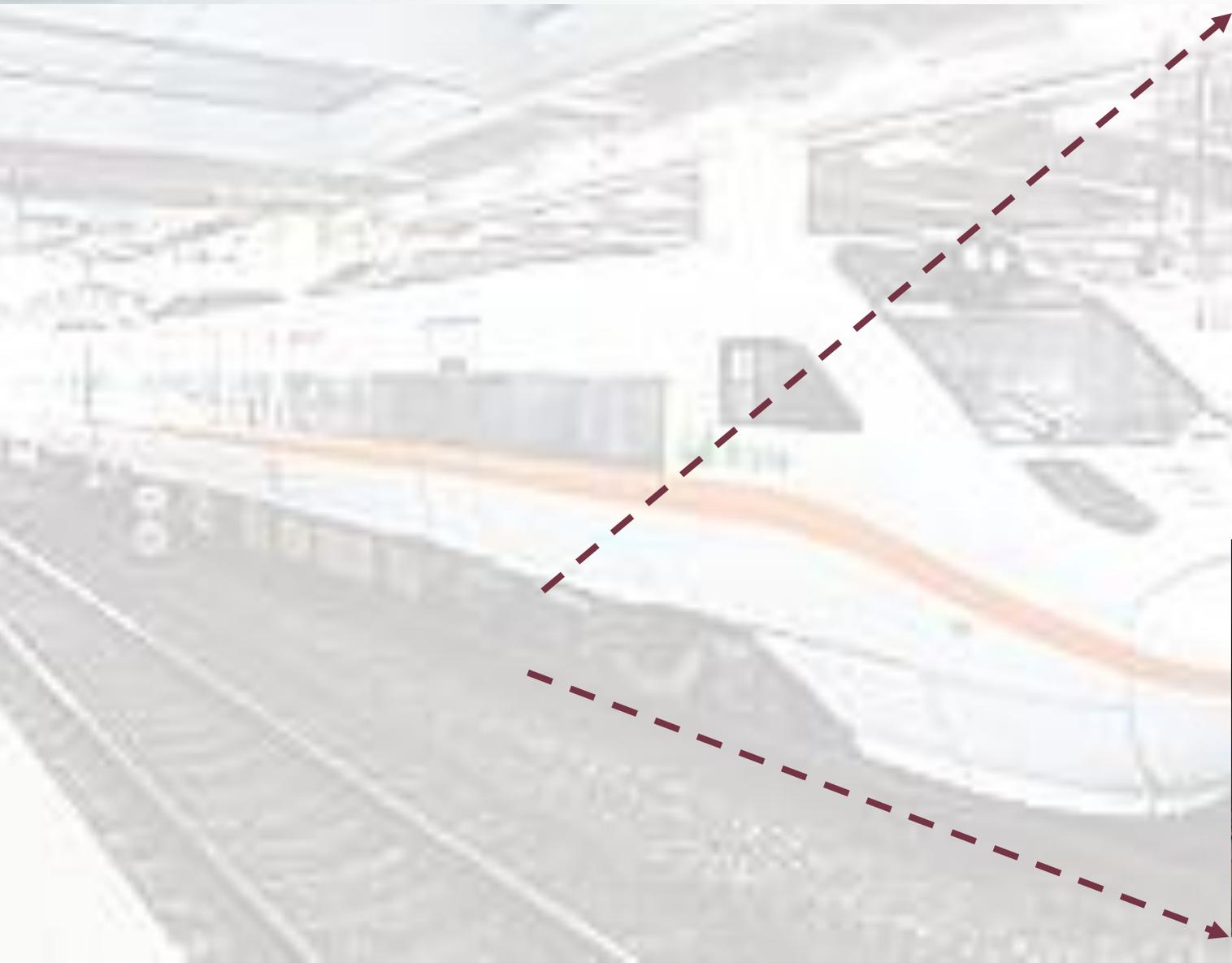
- 生態綠化、綠電節能、綠色運輸、資源循環、低碳生活、永續經營

鐵道科技產業政策

- 維修國產化
- 興建國產化

鐵路閘瓦摩擦材料

- 多為高溫製程，高排碳產業
- 符合價值高、用量大、有助節省成本之定期更換件



閘瓦種類	鑄鐵閘瓦	合成閘瓦	粉末冶金閘瓦
材料組成	<p>主要原料為鐵，為提高摩擦係數加入磷，依添加的多寡分為：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 灰鑄鐵閘瓦</li> <li>2. 中磷、高磷鑄鐵閘瓦</li> <li>3. 合金鑄鐵閘瓦</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 黏結劑：酚醛類樹脂、合成橡膠</li> <li>2. 增強纖維：無機/有機纖維</li> <li>3. 填料：增磨/減磨填料</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 金屬粉末：錫、鉛、鋅</li> <li>2. 摩擦劑：氧化物、碳化物和礦物</li> <li>3. 潤滑劑：石墨和鉛、硫化鋁、硫化銅或氮化硼</li> </ol>
應用範圍	<p>適用於100km/h左右之列車，台鐵列車:貨車、行李車、柴電車。</p>	<p>適用於200km/h以下的鐵路、捷運等列車，台鐵列車:自強號電聯車。</p>	<p>適用於200-350km/h的高速列車台鐵列車:太魯閣號、普悠瑪號</p>
特性	<p>價格低、高溫時摩擦係數下降、易產生金屬鑲嵌(積鐵)</p>	<p>價格低、摩擦係數客製化、重量輕、導熱性差、易產生異味</p>	<p>耐高溫、耐腐蝕、材料組成可調、原料貴、對碟盤磨耗較高</p>



報告指標	資訊/範圍
報告名稱	鐵道閘瓦市場(Global Railway Brake Pads Market Research Report)
2021年市場規模	14.52億美元
2026年收入預測	16.62億美元
增長率	2019年至2026年複合年增長率為4.5%
報告範圍	收入和數量預測、公司份額、競爭格局、增長因素和趨勢
報告覆蓋區域	北美、歐洲、亞太地區、拉丁美洲、中東和非洲

產業技術介紹-主要領導廠商



## 產業技術介紹-台灣閘瓦產業現況

上游 原物料與關鍵零組件		中游 煞車系統		下游 國內鐵道業者
鎂材	品達、 安利科技	控制單元	外購	台灣鐵路、 台灣高鐵、 臺北捷運、 桃園捷運、 高雄捷運、 輕軌
鋁材	中鋼、 春源鋼鐵、 柏夫企業、 大地工業	閘瓦 (煞車塊)	粉末冶金閘瓦:原廠進口。 合成閘瓦:五泰實業、長聚興。 鑄鐵閘瓦:甲聖、銓銘、勤美、 勤晟、大同、合機電線電纜。	
鋼材	新格發、中 鋁、中鋼	車盤/輪	台車、輔全、兆盈、寬武、 浩閔、合機電線電纜	
關鍵零組件	國外進口			



### 現有競爭者

依公開採購資訊網資料統計，近年閘瓦投標廠商變動不大。

中



### 潛在進入者

進入門檻高，且需認證或實績。

低



### 替代品威脅

目前仍以鑄鐵、粉末冶金及合成為主，複合材料有替代潛力。

中



### 買方議價能力

買方有部分使用原廠產品，且招標方式皆以最低標為得標條件。

高

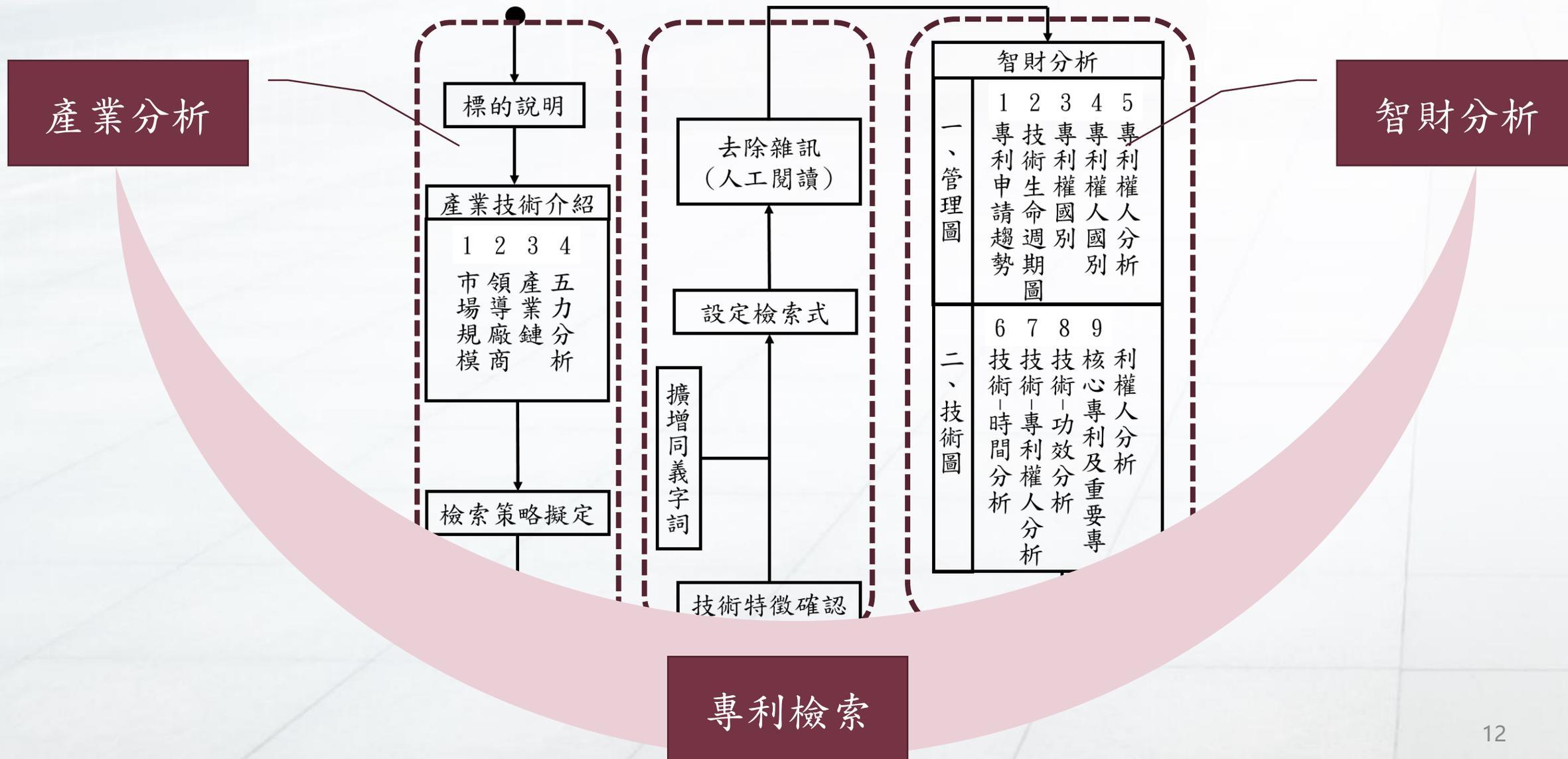


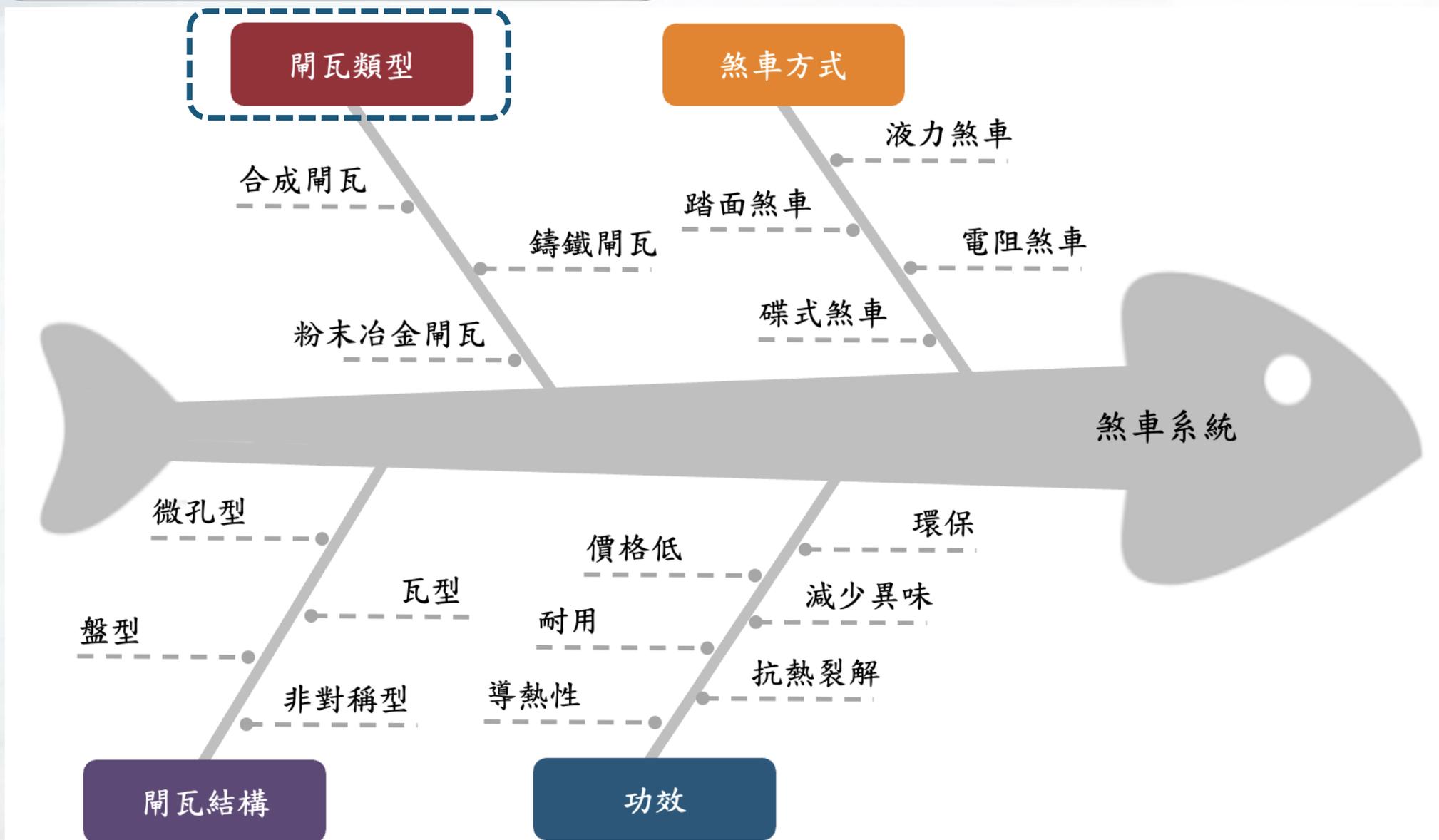
### 供應商議價能力

閘瓦主要材料為金屬，差異性低。

低

台灣閘瓦產業競爭強度中等偏高





檢索軟體	全球專利檢索系統(GPSS)，支援中文、英文、日文、韓文。
檢索地區	全世界、GPSS系統所含之專利資料。
檢索時間	為檢索完整，不考慮專利有效期間20年，專利檢索設定為資料庫專利最早時間至檢索日(2021.08.16)
檢索欄位	避免刪去過多資訊，不限定特定欄位。

	技術特徵1	技術特徵2	專利分類碼
關鍵字	閘瓦	鐵道	F16D 69/00
	閘片、煞車(片/墊)、剎車(片/墊)	鐵路、火車、列車	B61H 7/00
英文	Brake shoe/pad/block/plate 、friction block	rail、rolling、Train	
日文	ブレーキシュー	地下鉄(ちかてつ)、新幹線(しんかんせん) 電車(でんしゃ)	
韓文	브레이크 슈	기차	
法文	Mâchoire de frein	former	
德文	Bremsbacke	Bahn	
義大利文	Ganascia	treno	
西班牙文	Pastillas de frenos	tren	

- B61H7/00:制動元件與軌道相互作用的制動器(強制式鐵路擋車器或固定於線路上之軌道制動器見B61K7/00)
- F16D 69/00:摩擦襯片;其連接;相互作用之摩擦材料或表面之選擇(離合元件見13/60;制動件見65/02)

## 檢索策略與過程-去除雜訊

本次針對主要技術特徵為鐵道閘瓦，其餘相關領域(飛機、汽車、機車、自行車)的閘瓦並非本次檢索的重點，故進行剔除。

	剔除資訊1	剔除資訊2	剔除資訊3	剔除資訊4
關鍵字	飛機、飛行器	汽車、轎車、 休旅車、跑車	機車 摩托車	腳踏車 自行車
英文	airplain、flight、 jet	car、SUV	motocycle	bike、bicycle
日文	飛行機、 (ひこうき)	バイク	自動車、 (じどうしゃ)	自転車(じてんしゃ)、 チャリンコ
韓文	비행기	자동차	오토바이	자전거
法文	avion	auto	moto	bicyclette
德文	aereo	macchina	motociclo	bicicletta
義大利文	Flugzeug	Wagen	Motorrad	Fahrrad
西班牙文	avión	coche	motocicleta	bicicleta

檢索邏輯為：技術特徵1 **AND** 技術特徵2 **AND** 專利分類碼 **NOT** 剔除資訊，  
擴增字元之間用**OR**邏輯運算式，最終檢索式如下：

((閘瓦 OR 閘片 OR 剎車 OR 煞車 OR Brake[0,15]shoe OR Brake[0,15]pad OR Brake[0,15]block OR Brake[0,15] plate OR friction block OR ブレーキシュー OR 브레이크슈 OR Mâchoire de frein OR Bremsbacke OR Ganascia OR Pastillas de frenos ) AND (IC=F16D-069\* OR IC=B61H-007\*)) AND (火車 OR 鐵路 OR 鐵道 OR 軌道 OR railway OR rolling OR train OR ちかてつ OR しんかんせん OR 電車 OR 기차 OR former OR Bahn OR treno OR tren ) NOT ((腳踏車 OR 自行車 OR bike OR bicycle OR 自轉車 OR じてんしゃ OR チャリンコ OR 자전거 OR bicyclette OR biciletta OR Fahrrad OR bicicleta) OR (機車 OR 摩托車 OR motorcycle OR 自動車 OR じどうしゃ OR 오토바이 OR moto OR motociclo OR scooter OR Motorrad OR motocicleta ) OR (汽車 OR 轎車 OR 休旅車 OR 跑車 OR CAR OR SUV OR automotive OR motor[0,10]cars OR バイク OR 자동차 OR auto OR macchina OR Wagen OR coche) OR (飛機 OR 飛行器 OR airplane OR aircraft OR flight OR jet OR 飛行機 OR ひこうき OR 비행기 OR Avion OR aereo OR Flugzeug OR avión)))

HOW ?

WHAT ?

WHO ?

WHERE ?

WHY ?

技術圖

管理圖

- 智財策略

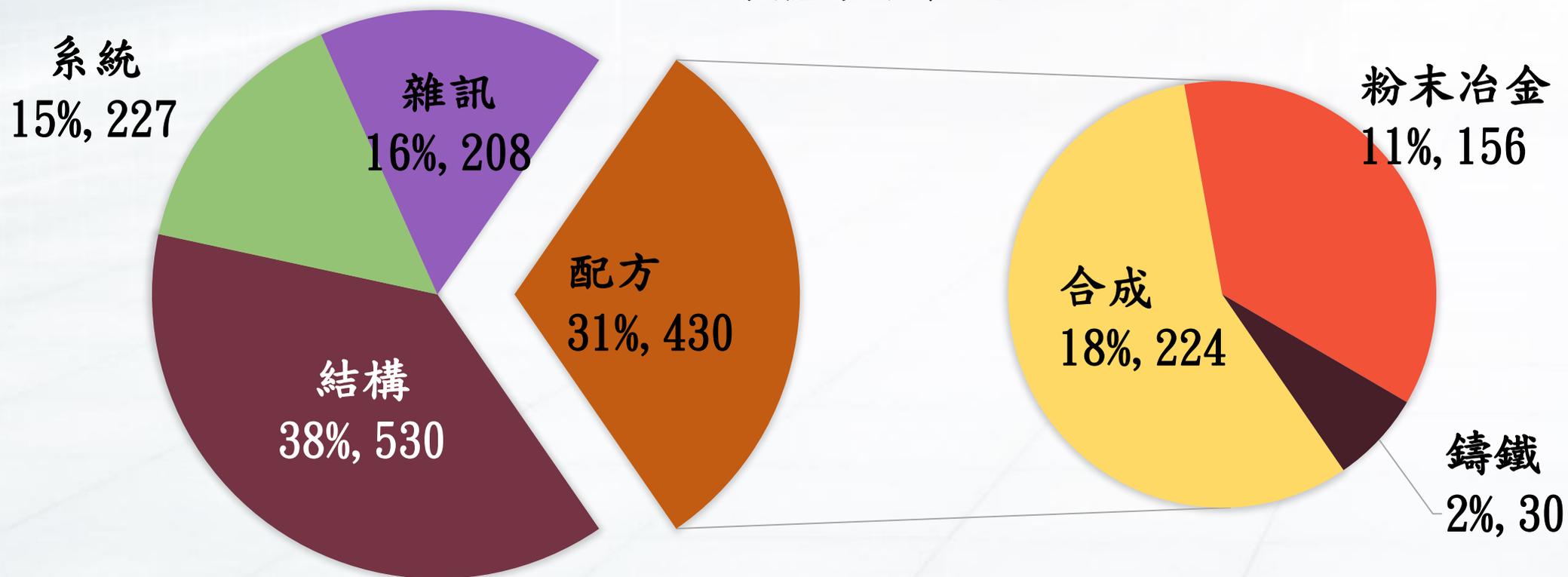
- 開瓦技術趨勢是什麼？
  - 專利技術-時間分析
  - 專利技術-功效分析
  - 核心專利

- 開瓦技術主要廠商是誰？
  - 專利申請權人分析

- 開瓦技術主要布局何處？
  - 專利權國別分析

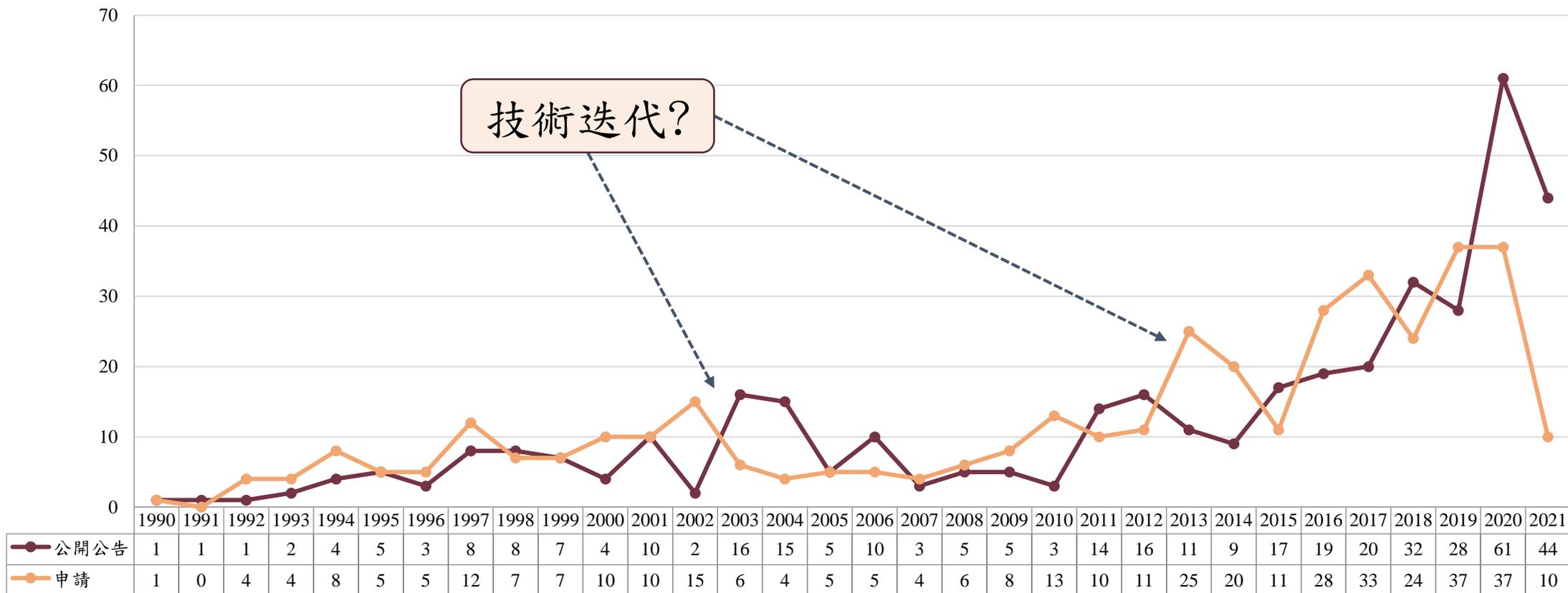
- 開瓦技術還在開發？
  - 專利申請趨勢
  - 專利技術生命週期圖

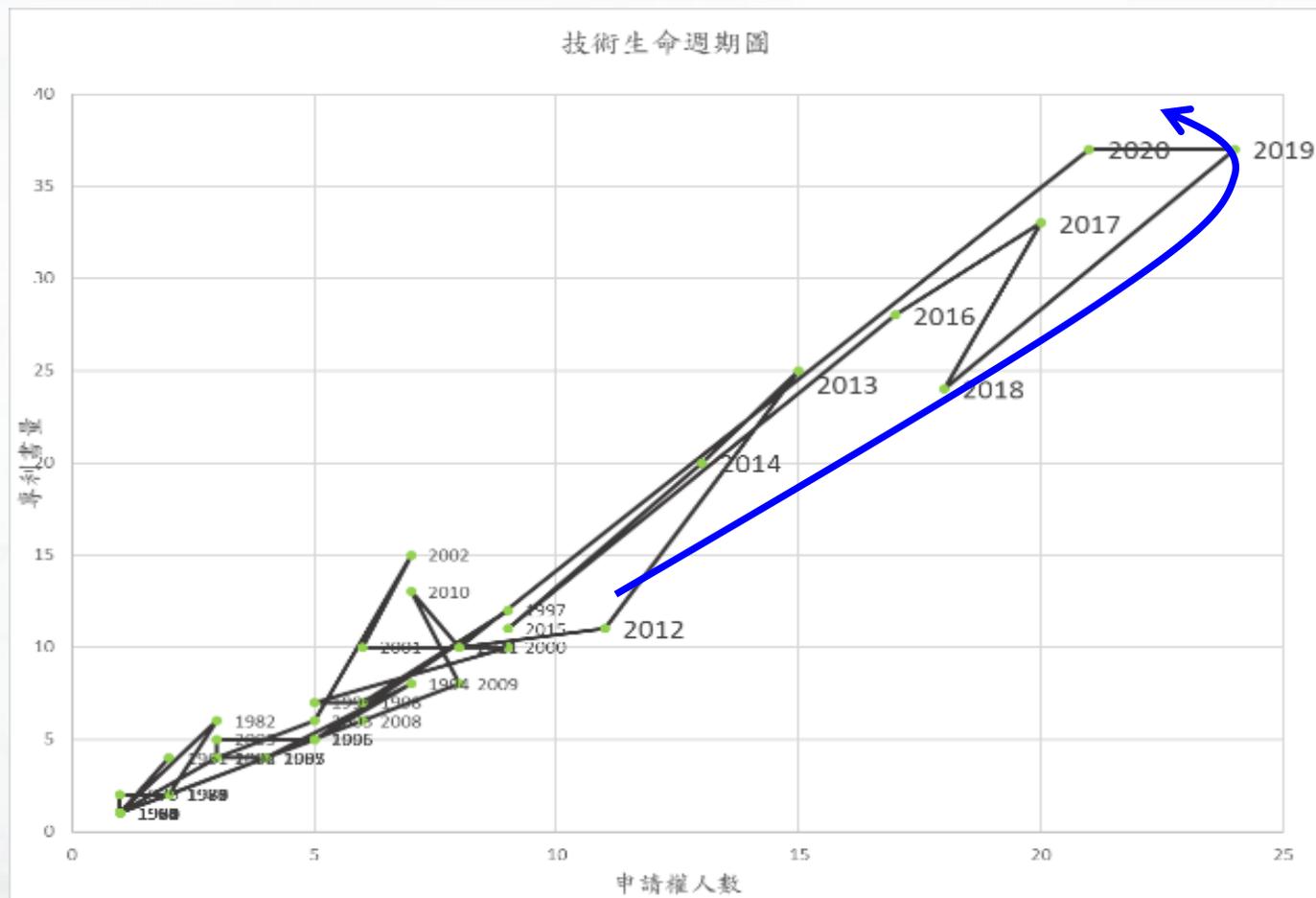
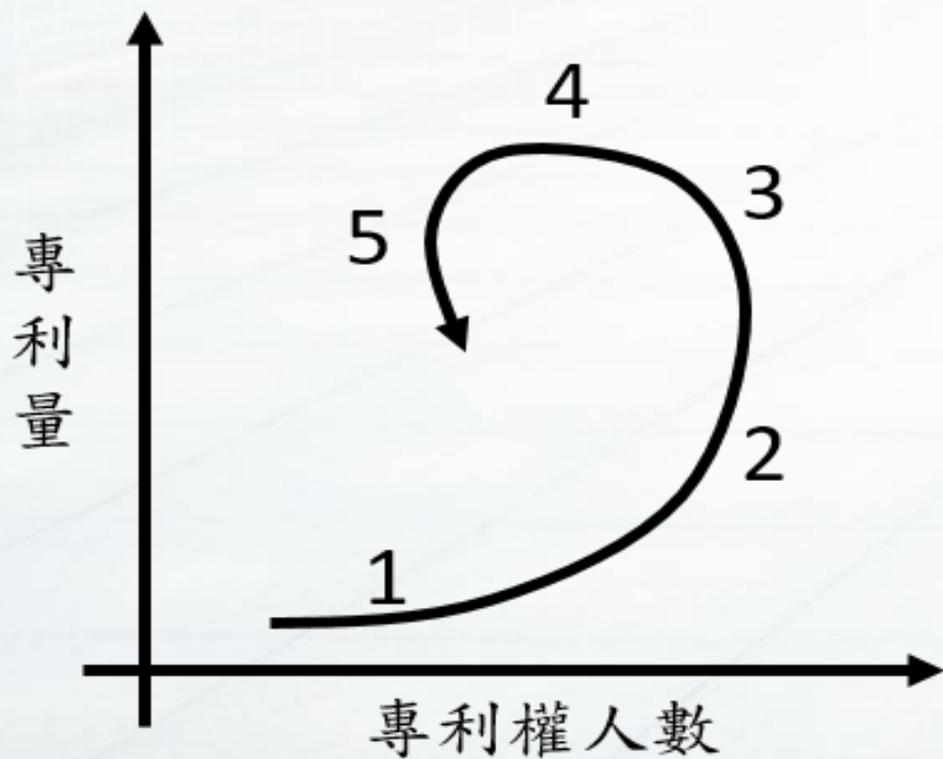
## 母體分類狀況

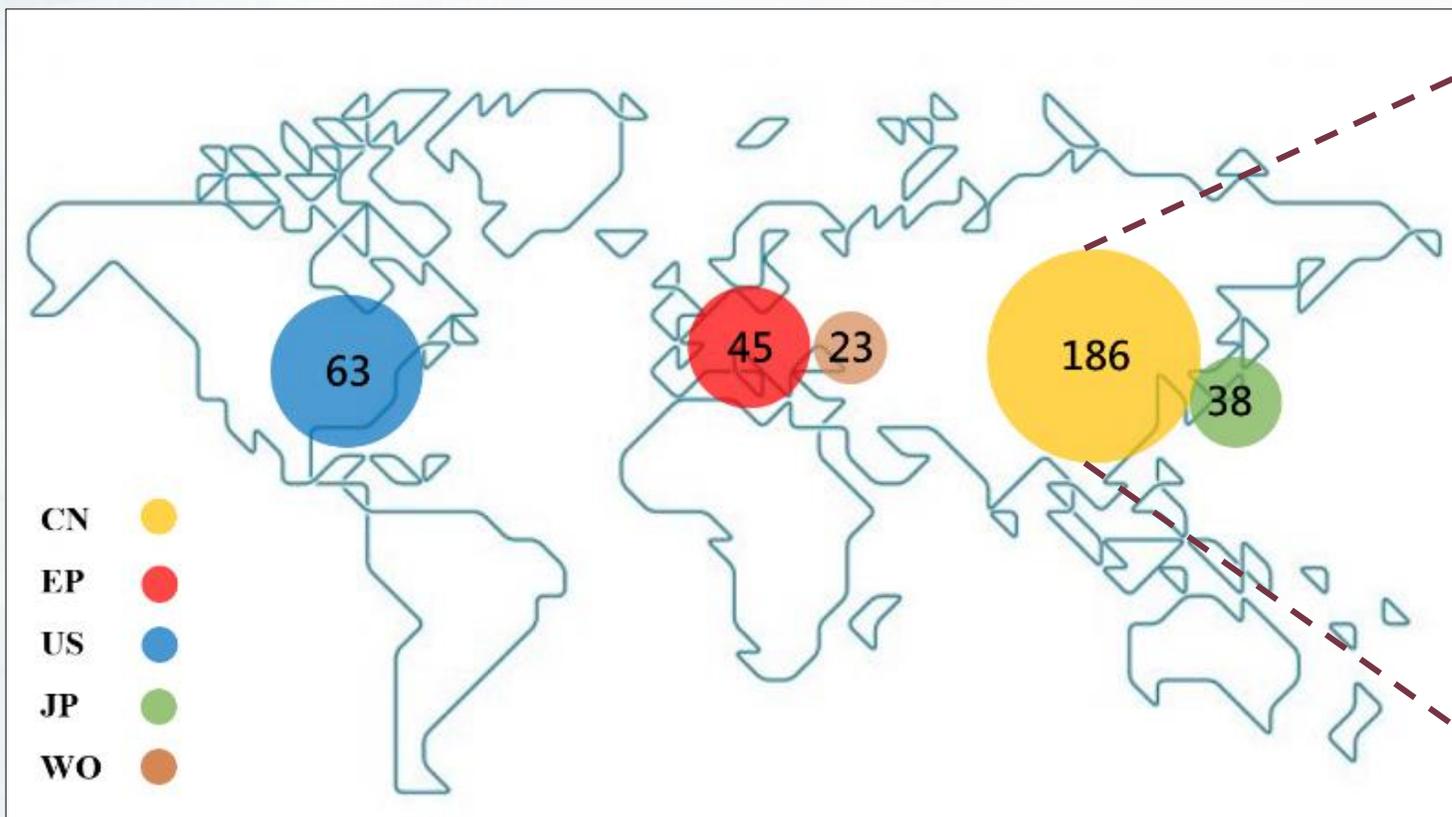


由檢索結果，檢索數量為1,622件，去重後剩餘1,395件，為求精準，進行人工檢閱，因分析標的為閘瓦材料配方，後續將以430件作為分析之母體，經閱讀後分類最終得到鑄鐵閘瓦30件、粉末冶金閘瓦156件及合成閘瓦244件。

專利數量趨勢







項次	專利權人	專利數量
1	北京瑞斯福高新科技	22
2	北京天宜上佳高新材料	16
3	北京浦然軌道交通科技	13
4	山東金麒麟	8
5	湖南城際科技	6
6	中鐵隆昌鐵路器材	5
7	北京科技大學	5
8	湖南博科瑞新材料	5
9	江蘇金麥穗新能源科技	4
10	沈楊遠程摩擦密封材料	4

申請號	專利名稱	專利權人
TW103117209	摩擦材料及鼓式煞車用摩擦材料	大塚化學(OTSUKA CHEMICAL)
TW101111418	高速鐵路用燒結摩擦材料	新日鐵住金(NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL)
TW103111033	銅合金粉末、銅合金燒結體及高速鐵路用煞車襯	新日鐵住金(NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL)
TW106111931	燒結摩擦材料	日本製鐵(NIPPON STEEL)
TW107145156	鐵道車輛用煞車來令、使用該鐵道車輛用煞車來令的鐵道車輛用碟煞系統及使用於鐵道車輛用煞車來令的燒結摩擦材料	日本製鐵(NIPPON STEEL)

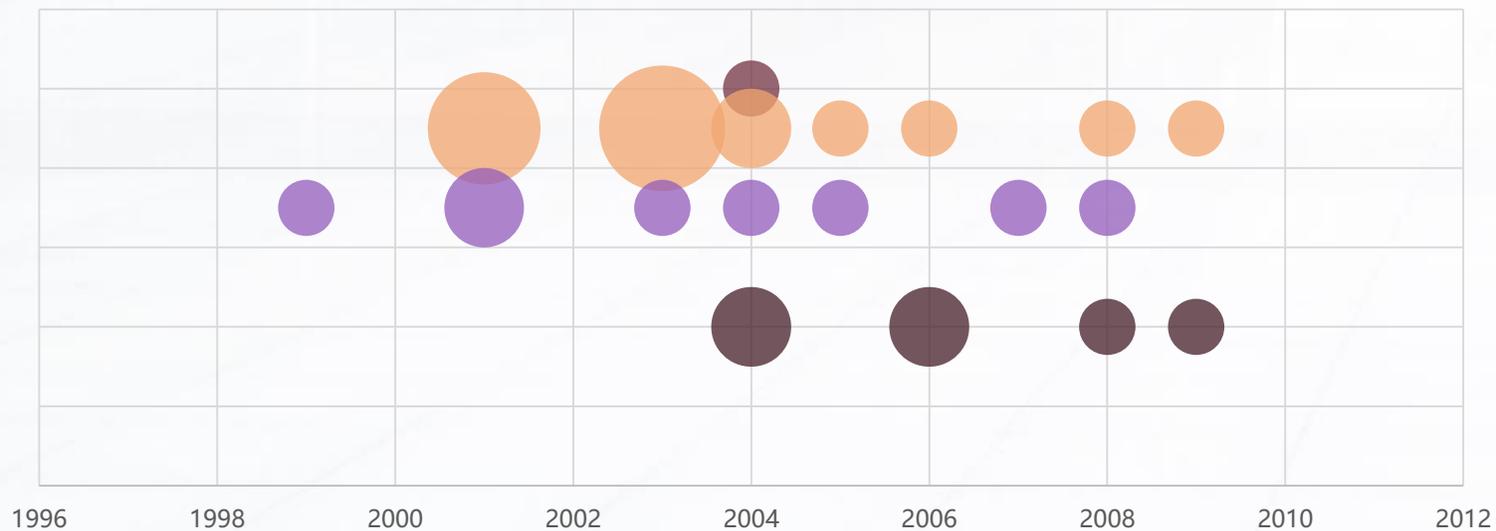
台灣的布局狀況僅有5件專利在本國申請，且申請權人為大塚化學(OTSUKA CHEMICAL)、新日鐵住金(NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL)、日本製鐵(NIPPON STEEL)皆為日本廠商，這個現象跟本國鐵道技術及產品大多從日本引進、購買有很大的關連性。

專利權人	專利數量
Akebono Brake Industry(JP)	33
Wabtec Corporation (US)	23
北京瑞斯福高新科技(CN)	22
日本製鐵(JP)	18
北京天宜上佳高新材料(CN)	16
北京浦然軌道交通科技(CN)	13
TIIR(RU)	9
Johns Manville International (US)	8
Ueda Brake K.K. (JP)	8
山東金麒麟(CN)	8

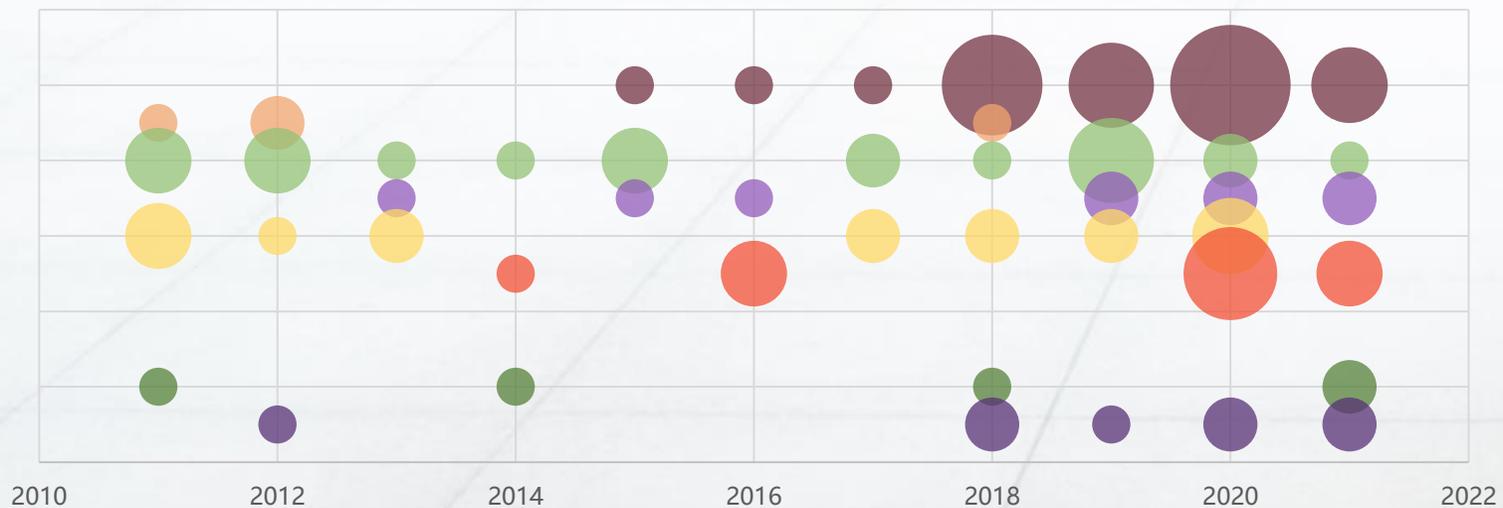
前十大專利權人依專利數量統計如表，日本Akebono Brake Industry是布局最積極的專利權人，其次是美國Wabtec Corporation、中國北京瑞斯福高新科技、日本製鐵及中國北京天宜上佳高新材料。

## 智財分析-專利權人/年分析

- Akebono Brake Industry
- Wabtec Corporation
- 北京瑞斯福高新科技
- 日本製鐵
- 北京天宜上佳高新材料
- 北京浦然軌道交通科技
- TIIR
- Johns Manville International
- Ueda Brake K.K.
- 山東金麒麟

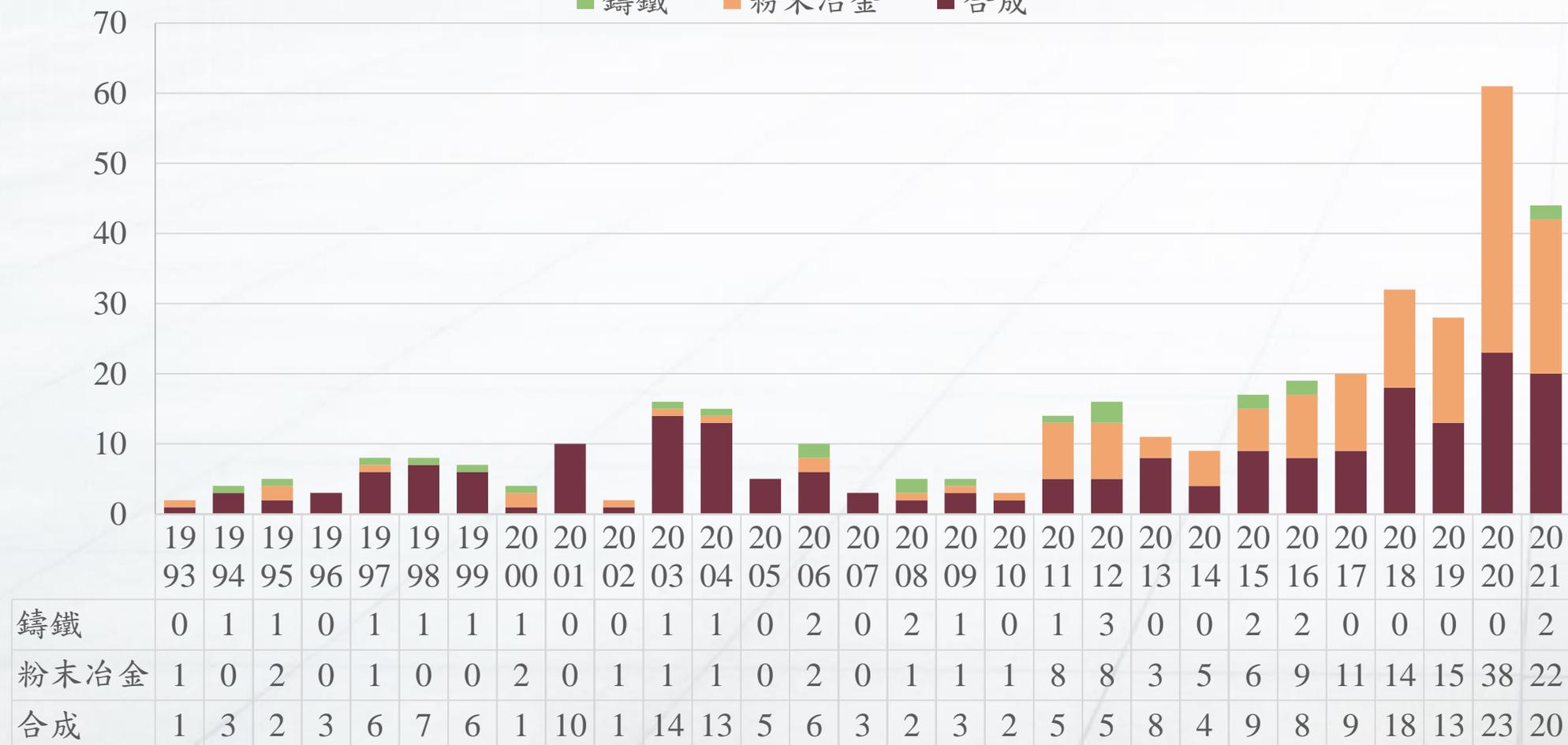


- Akebono Brake Industry
- Wabtec Corporation
- 北京瑞斯福高新科技
- 日本製鐵
- 北京天宜上佳高新材料
- 北京浦然軌道交通科技
- TIIR
- Johns Manville International
- Ueda Brake K.K.
- 山東金麒麟



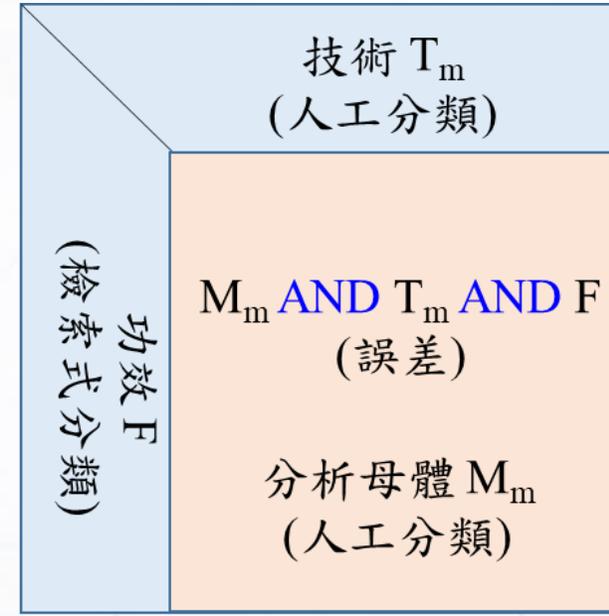
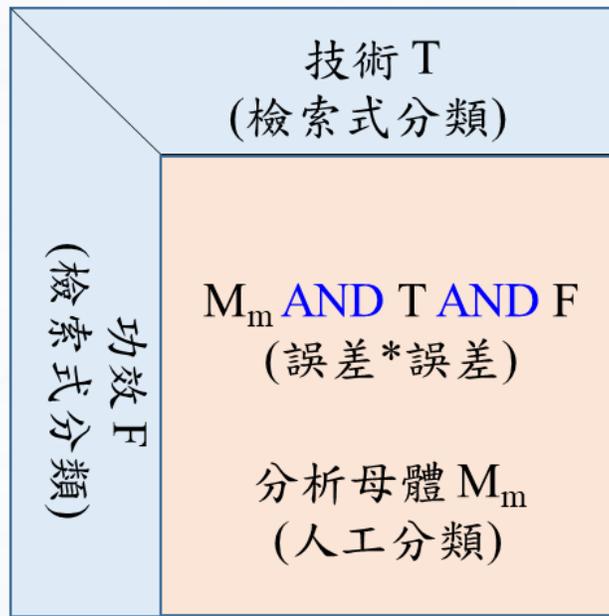
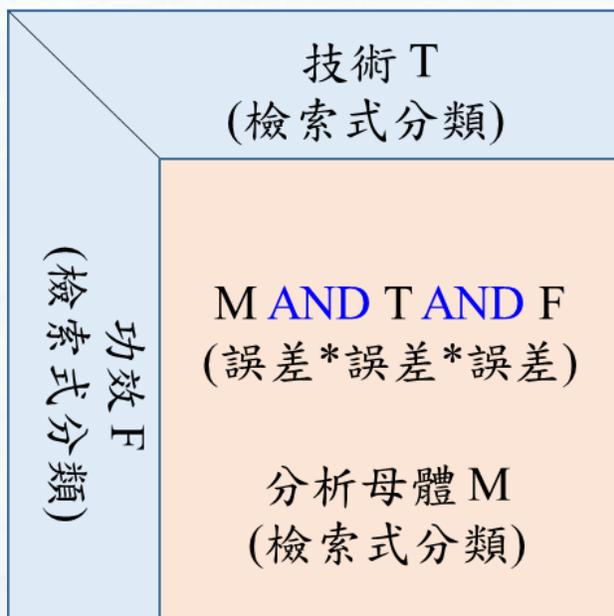
技術-時間

■ 鑄鐵 ■ 粉末冶金 ■ 合成



專利權人	鑄鐵 閘瓦	粉末冶 金閘瓦	合成 閘瓦	專利 數量
Akebono Brake Industry(JP)	0	5	28	33
Wabtec Corporation (US)	2	1	20	23
北京瑞斯福高新科技(CN)	0	16	6	22
日本製鐵(JP)	2	9	7	18
北京天宜上佳高新材料(CN)	0	9	7	16
北京浦然軌道交通科技(CN)	0	9	4	13
TIIR(RU)	0	1	8	9
Johns Manville International (US)	0	0	8	8
Ueda Brake K.K. (JP)	1	1	6	8
山東金麒麟(CN)	0	7	1	8
小計	5	58	95	158





技術功效矩陣圖是專利分析方式之一，先定義分析標的母體的專利所包含的技術及功效，再分別以技術類型為橫軸，功效為縱軸繪製成統計表格。母體(M)、技術分類(T)及功效分類(F)的準確性非常重要，故在檢索完畢進行分析前，應確認專利之適格性，以增加整體分析結果之正確性。

## 智財分析-技術功效矩陣圖分析-2/2

83

116

232

30

156

244

進行分析

技術名稱 +

鑄鐵 83

粉末冶金 116

合成 232

功效名稱 -

檢索條件

鑄鐵 OR cast iron OR foundry iron OR phosphorus OR alloy\* OR 鑄鐵 OR 주철

粉末冶金 OR Powder metallurgy OR metal powder OR mineral powder OR abrasant

合成 OR composite OR binder OR adhesive OR fiber OR fibr\* OR chenille OR fibrous OR

以檢索式分類

進行分析

技術名稱 +

鑄鐵 30

粉末冶金 156

合成 244

功效名稱 -

檢索條件

1

1

1

以人工分類

導熱性

導熱 OR 散熱 OR Conduct\* OR 熱伝導率 OR 열 전도성 OR conductivité thermique

8

22

28

耐用

耐用 OR 耐磨 OR 耐摩 OR 耐蝕 OR 耐熱 OR 耐溫 OR 壽命 OR 物理性質 OR 震動 OR 高強

25

74

104

熱裂

熱裂 OR 裂解 OR 龜裂 OR 裂開 OR 掉塊 OR 掉邊 OR degradation OR decomposition OR

5

10

18

價格

價格 OR 量產 OR 生產效率 OR 量率 OR 成品率 OR 加工 OR 經濟性 OR cost down OR low

9

25

21

環保

環保 OR 汙染 OR 噪音 OR recycled OR environmental\* OR 環境的に OR 환경적으로

4

6

21

異味

異味 OR 臭 OR 難聞 OR flavor OR smell OR odour OR におい OR 냄새 OR odeur OR

1

3

2

導熱性

導熱 OR 散熱 OR Conduct\* OR 熱伝導率 OR 열 전도성 OR conductivité thermique

2

31

20

耐用

耐用 OR 耐磨 OR 耐摩 OR 耐蝕 OR 耐熱 OR 耐溫 OR 壽命 OR 物理性質 OR 震動 OR 高強

2

87

96

熱裂

熱裂 OR 裂解 OR 龜裂 OR 裂開 OR 掉塊 OR 掉邊 OR degradation OR decomposition OR

2

13

18

價格

價格 OR 量產 OR 生產效率 OR 量率 OR 成品率 OR 加工 OR 經濟性 OR cost down OR low

1

26

19

環保

環保 OR 汙染 OR 噪音 OR recycled OR environmental\* OR 環境的に OR 환경적으로

1

11

21

異味

異味 OR 臭 OR 難聞 OR flavor OR smell OR odour OR におい OR 냄새 OR odeur OR

1

1

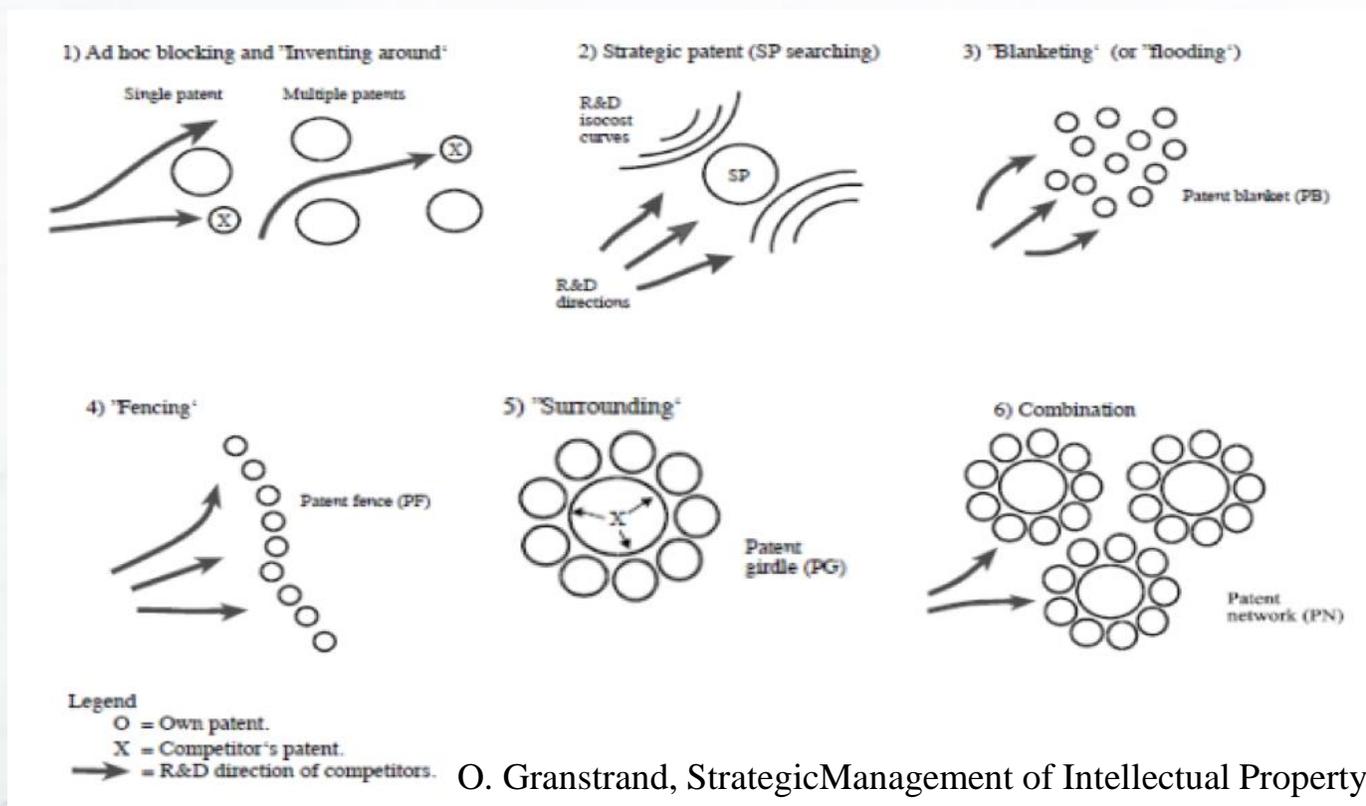
3

申請號	專利名稱	專利權人	技術特徵
US14/653,429	Friction material	Akebono Brake Industry	此篇專利主要之技術特徵為摩擦材料不含銅成分。摩擦材料組成包括纖維、摩擦改進劑和黏合劑；摩擦改進劑包括兩種或更多種非晶須狀鈦酸酯化合物，其中非晶須狀鈦酸鹽化合物包括非晶須狀鈦酸鋰鉀。
US15/034,600	Friction material	Akebono Brake Industry	此篇專利該摩擦材料包含纖維、摩擦改進劑和黏合劑。摩擦材料中銅的含量不超過0.5質量%、黏合劑的含量至少為10質量%。此外，摩擦材料pH值至少11.7。
JP19970071892	BRAKE SHOE FOR MAGNETIC LEVITATING VEHICLE	Akebono Brake Industry	此篇專利主要為提供一種適合輕量化、耐磨性和韌性優良、長期保持良好制動性能的磁懸浮車輛用閘瓦，是以碳纖維增強的碳複合材料製成的摩擦抑制塊，其中複合材料組成中所包含之陶瓷複合材料為其技術特徵。

專利引證次數較高之閘瓦類型均以合成閘瓦為主，其中專利權人又以Akebono Brake Industry脫穎而出，US14/653,429及US15/034,600，此兩篇專利均強調摩擦材料組成中不含重金屬銅或銅含量極低，顯示出環保意識抬頭，JP19970071892此篇專利為運用於磁懸浮車輛用之閘瓦，組成中包含較新穎性之陶瓷複合材料，以達成輕量化、高耐磨之特性。

## 智財布局策略-策略規劃與擬訂

本研究將參酌產業分析、專利分析及訪廠資訊進行布局策略之研擬，並結合Ove Granstrand 提出的專利布局模式，提出以國家政策、專利布局及產業技術三個面向，作為台灣廠商進入鐵道閘瓦產業國產化之智權布局策略。



- 國產化政策推行，增加業者投入意願

- 國家認證制度：

- 鐵道國產化的推動，以落實技術生根、零件在地化為目標，政府單位除積極推動政策的制定外，也結合產官學研的能量成立軌研中心、產學小聯盟…等相關單位團體，扶植國內鐵道產業開創新局，其中，鐵道產品有安全性極高之特性，如何訂定屬於本國的鐵路產品認證標準是需要解決的首要問題。

- 優先採購權：

- 台灣擁有許多的隱形冠軍，對於開發部分鐵道原廠產品的性能，幾乎都可達標，如何協助國內廠商通過認證，並取得本國鐵道業者的優先採購權，更會增加業者投入之意願。

- 深化智權概念：

- 針對國家重點開發產業，可個別提供專業智慧財產權之服務，以協助台灣業者深耕台灣、邁向國際。

- 台灣布局不強，侵權風險較低

他山之石：

台灣布局的專利不多，經檢視後僅有日本廠商申請的5件專利，專利技術特徵在於粉末冶金閘瓦之精進，特別是在環保議題的功效上面做了布局。專利權為一屬地主義，可以使用在其他國家布局之專利技術作為自主技術開發的始點，站在巨人肩膀上，減少技術開發時程，加速技術產品化。

「圍牆式(Fencing)」布局策略：

針對專利布局策略，台灣閘瓦材料業者可使用「圍牆式(Fencing)」的布局方式，利用一系列的材料組成，試圖形成較嚴密的保護圍牆而阻擋其他競爭者的研發方向。

專利 or 營業秘密：

可以清楚地以逆向工程方式分析材料的組成，建議申請專利進行保護，反之，才以營業秘密進行保護。

- 協力產官學研，技術平行移轉

技術迭代：

鑄鐵閘瓦與粉末冶金閘瓦的製作技術都需要高溫製程，然而，冶金粉末製程具有可大批量、自動化的生產優勢外，亦可充分利用回收金屬作為原料，有效的降低生產資源又可達到節能減碳的環保政策目標；合成閘瓦業者來說，已有高階產品使用碳/陶瓷進行取代，除產品特色優良外，亦可大量減少製作能耗，符合環保概念，是下一代的新興產品。

「策略式 (Strategic Patent Searching)」布局策略：

合成閘瓦材料的布局上，更可以「策略式 (Strategic Patent Searching)」的布局策略搭配進行規劃，先進的材料技術開發成本雖然較高，一旦產生了技術優勢後，競爭者只能開發更高的技術通過這技術堡壘，但此時競爭者的迴避成本也大幅增加。

產官學研，共創價值：

本院致力於國防武器系統研發，具備數十年先進材料技術開發能量，協助業者進行產業轉型及升級。

- 全世界環保意識抬頭，綠色運輸當道。
- 全球專利檢索系統(GPSS)功能強大，相較坊間市售軟體毫不遜色。
- 專利分析支撐產業研究論點，預測迭代技術。
- 專利布局策略以政策設計、產業技術及專利布局三個構面進行擬訂。
- 集結產官學研能量，協助廠商從國產化走向國際化。

## 參考文獻

1. “ITS World Congress 2021: Experience future mobility now in Hamburg”, Internet: [connectedautomateddriving.eu/mdiroom/its-world-congress-2021-experience-future-mobility-now-in-hamburg/](http://connectedautomateddriving.eu/mdiroom/its-world-congress-2021-experience-future-mobility-now-in-hamburg/), Nov. 18, 2021 [Mar. 24, 2021]
2. "Rail Transport Global Market Opportunities and Strategies to 2030: COVID-19 Growth and Change" ,Research and Markets.Mar.2021
3. 交通部鐵道局-鐵道科技產業政策<https://www.rb.gov.tw/showpage.php?lmenuid=45&smenuid=316&tmenuid=460&pagetype=0>
4. Near miss involving a freight train and two passenger trains, Carstairs 22 December 2009[https://assets.publishing.service.gov.uk/media/547c8ff5e5274a428d00015f/R022011\\_110131\\_Carstairs.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/media/547c8ff5e5274a428d00015f/R022011_110131_Carstairs.pdf)
5. 維基百科-鐵路制軔<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%93%81%E8%B7%AF%E5%88%B6%E5%8A%A8>
6. Ali Afshari<sup>1</sup>, Stefano Specchia<sup>1</sup>, Ahmed A Shabana<sup>1</sup> and Nelson Caldwell<sup>2\*</sup> ,“A train air brake force model: Car control unit and numerical results”, J Rail and Rapid Transit227(1) 38–55,2012
7. 交通部鐵路改建工程局委託研究案 期末報告<https://www.rb.gov.tw/public/upimgs/A01/5-5.pdf>
8. 高紅霞、劉建秀、朱茹敏(2005),「銅基粉末冶金列車閘瓦材料的摩擦磨損性能研究」,材料科學與工程學報23卷6期。
9. 濟寧市鐵翔機械設備有限公司-粉末冶金閘瓦產品<https://www.yiqi.com/zt70141/>
10. 百科知識-摩擦材料<https://www.easyatm.com.tw/wiki/摩擦材料>
11. Railway Braking System Market Forecast to 2027 - COVID-19 Impact and Global Analysis By Type and Train Type<https://www.reportlinker.com/p06010091/Railway-Braking-System-Market-Forecast-to-COVID-19-Impact-and-Global-Analysis-By-Type-and-Train-Type.html>
12. 五太實業股份有限公司網站<http://www.wu-tai.com.tw/>
13. 黃孝怡,“策略性專利布局：從企業專利策略到專利布局”,智慧財產權月刊第236期,7月2018年
14. O. Granstrand, Strategic Management of Intellectual Property, 4-5, <http://www.ip-research.org/wp-content/uploads/2012/08/CV-118-Strategic-Management-of-Intellectual-Property-updated-aug-2012.pdf> (last visited: Oct 1, 2021).