

# 稀土資源供應短缺影響與因應的研究\*

黃星滿\*\*

- |                   |              |
|-------------------|--------------|
| 壹、前言              | 肆、各國的因應與對我國的 |
| 貳、稀土的類別與特性        | 啟示           |
| 參、中國大陸稀土管制與世界稀土供需 | 伍、結語         |

## 摘要

稀土包括十七種金屬元素，是用來生產電動汽車、風力發電機、手機、電腦等高科技產品不可或缺的原料；中國大陸的稀土供給占世界的九成以上，近年來採取限制稀土出口等措施，導致國際稀土價格高漲。中國大陸在十二五規畫期間(2011-2015年)，針對稀土採取限制稀土開採、限制出口廠商與進行稀土儲備等政策，因此將繼續影響世界稀土的供給。

歐美日等主要國家因應中國大陸的稀土強化政策，均積極採取減量、回收、替代，以及開拓新供應來源等因應措施。目前台灣對稀土的需求量不大，主要是集中在稀土永磁馬達、拋光粉及螢光劑，受到稀土漲價的直接影響較小，但受到進口稀土加工材料及零組件上漲的間接衝擊較大。

鑑於長期間稀土價格可能持續上漲，我國應強化稀土儲備、有效利用稀土、國際技術開發合作，以提高國內稀土材料供應的自主能力，縮小受到國際影響的層面。

\* 本文參加經建會 2011 年研究發展評選，榮獲產業及人力政策類甲等獎。

\*\* 經濟研究處專員。本文承洪處長瑞彬、朱副處長麗慧、王專門委員金凱細心審閱與文字增繕，以及匿名審查委員提供諸多修正建議與寶貴資料，謹此致謝。

## Analysis on the Impact of and Responses to the Global Undersupply of Rare Earth Resources

Shing-Maan Hwang

*Specialist*

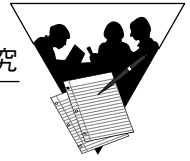
*Economic Research Department, CEPD*

### Abstract

Rare earth metals, comprising 17 elements in the periodic table, are essential raw materials for producing high-tech products such as electric cars, wind turbines, mobile phones and computers. In recent years, international prices of rare-earth metals have risen sharply due to export restrictions adopted by mainland China, which provides more than 90 percent of the global supply of these resources. In its twelfth Five-Year Plan (2011~2015), the mainland government has mapped out policies for restricting the extraction, use in export manufacture, and holding in reserve of rare-earth metals. These policies will continue to exert an impact on the global supply of rare-earth metals.

Advanced countries in Europe, North America and North Asia have responded to this by actively instituting measures to recycle, replace and reduce use of rare-earth metals, as well as to open up new sources of supply. At present, there is little demand for rare-earth metals in Taiwan, where its use is mainly concentrated in the manufacture of permanent-magnet motors, polishing powder, and fluorescent agents. Hence, Taiwan will feel little direct impact from the rising prices of rare-earth metals, but will feel a greater indirect impact from the rising prices of materials and parts in which rare-earth metals are used.

Since the prices of rare-earth metals can be expected to continue rising in the long term, Taiwan ought to strengthen the stockpiling and efficient use of these metals, and step up international cooperation in technology development, with a view to raising its self-dependency in rare-earth metals supply and softening the impact of undersupply in the international rare-earth metals market.



## 壹、前言

稀土是十七種金屬元素的合稱，是高科技產品中不可或缺的原料，可廣泛應用於製造催化材料、永磁材料、螢光材料、儲氫材料、精密陶瓷等材料，是生產電動汽車、風力發電機、LED、手機、電腦等重要元素。由於中國大陸的稀土供給占世界的九成以上，中國大陸採取限制稀土出口措施，導致國際稀土價格高漲，美國和墨西哥乃於 2011 年 8 月向 WTO 提交了一份備忘錄，指控中國稀土政策存在貿易保護主義。

歐美日等主要國家除了訴之於 WTO，要求中國大陸改善稀土出口措施之外，均積極採取減量、回收、替代，以及開拓新供應來源等因應措施。目前台灣對稀土的需求量不大，主要是集中在稀土永磁馬達、拋光粉及螢光劑，受到稀土漲價的直接影響較小，但受到進口稀土加工材料及零組件上漲的間接衝擊較大。

本文首先說明稀土的類別及其特性，闡述中國大陸的稀土政策與世界稀土供需情況，以及主要國家因應稀土短缺的對策，並針對我國面臨的情況提出因應對策建議，以作為政府施政的參考。

## 貳、稀土的類別與特性

地球中的金屬大致上分為鐵類金屬(包括鐵、鉻、錳)與非鐵金屬。非鐵金屬可分為非鐵輕金屬、非鐵重金屬、抗腐蝕性金屬及稀有金屬等四類。稀有金屬又分為稀有輕金屬<sup>1</sup>、稀有高熔點金屬<sup>2</sup>、

<sup>1</sup> 稀有輕金屬包括鋰、鈷、鉍和鈹等四種金屬，其共同的特點是密度小(在 0.53- 1.859g/cm<sup>3</sup> 之間)，化學活性強，不論是氧化物或氯化物都很穩定，難以還原成金屬。

<sup>2</sup> 稀有高熔點金屬包括鎢、鉬、鉭、鈮、鈳、鉛、釩和銻等八種金屬，其共同特點是熔點高、硬度大、抗腐蝕性強，能與一些非金屬結合成硬而難熔的物品。

稀有分散金屬<sup>3</sup>(Scattered Metals, SM)、稀土金屬以及稀有放射性金屬等五種，本文所探討的對象為稀土金屬(簡稱稀土)。

## 一、稀土的種類、提煉

稀土包含的金屬，一般認為是 17 種，即原子序為 21 的釷(Sc)和 39 的釔(Y)，以及原子序 57 到 71 的鐳(La)、鈰(Ce)、鐮(Pr)、釹(Nd)、鉕(Pm)、釷(Sm)、鎔(Eu)、釷(Gd)、錒(Tb)、鐳(Dy)、釹(Ho)、銩(Er)、銩(Tm)、鐳(Yb)、鐳(Lu) 等 15 種鐳系元素。稀土大致上分為「輕稀土」(LREE)和「重稀土」(HREE)兩組，「輕稀土」指原子序較小的釷、釔，及鐳系的鐳到鎔，共九種；「重稀土」為原子序較大，為鐳系釷到鐳的八種金屬。

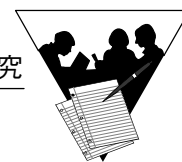
稀土依其加工層次，大致可以區分為兩種：氧化物或化合物、稀土金屬及其合金。氧化物如氧化釷、氧化釷鎔、氧化鎔、氧化鐳、氧化釹等。稀土金屬及其合金如金屬釷、金屬釔、金屬鐳、富鐳混合稀土金屬、點火合金等。

稀土礦一般需要經過水洗、分離與提煉三個步驟，才能篩選出稀土元素，其中第三步驟的提煉係將稀土氧化物依純度不同提煉為稀土金屬，再將稀土金屬添加上不同的元素，形成稀土合金或配方粉末。

## 二、稀土的特性

稀土多呈銀白色或灰色，稀土的熔點高、熱傳導性佳，以汽車排氣淨化催化劑而言，使用白金雖可達到極好的淨化效果，但是白金價格 1 公克約 1,500 元新台幣(2011 年 10 月的價格水準)，汽車廠商若同時使用氧化鈰，就可減少五分之四的白金用量。

<sup>3</sup> 稀散金屬通常是指鎳(Ga)、銦(In)、鉍(Tl)、鎳(Ge)、硒(Se)、碲(Te)和銩(Re)等七種金屬。

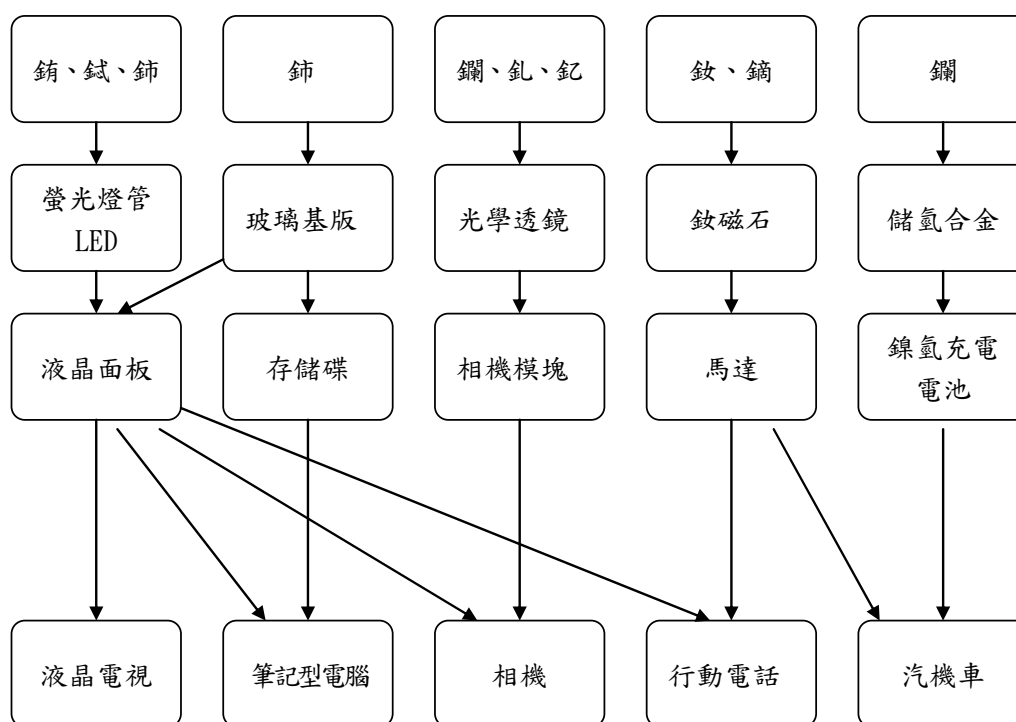


新科技產品強調「輕、薄、短、小」，而稀土正因具有使產品達到「輕、薄、短、小」的獨特機能，成為開發新科技產品所不可缺少的原料。

### 三、稀土的利用

稀土應用範圍廣泛，包括冶金、機械、石油、化學、紡織、電子、光電、電磁、生物、醫學和核能工業等各領域。就主要稀土而言，其利用範圍，從稀土原料(初級產品)到最終產品的供應鏈如圖 1 所示。由圖 1 可以發現，鎔、鈦、鈾三種稀土居相當重要的角色，其製成的液晶面板，在應用方面較廣。

圖 1 主要稀土原料(初級產品)到最終產品供應鏈圖



資料來源：陳登銘(2011)。

## 參、中國大陸稀土管制與世界稀土供需

### 一、中國大陸稀土管制政策

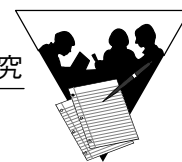
中國大陸於 1980 年代進行經濟改革開放，1985 年以後，為了累積外匯，獎勵各種出口，對於出口稀土的企業退回營業增值稅(見表 1)，因此，稀土出口量由 1970 年代的每年 150 噸提高到 1995 年的 2.7 萬噸水準。在 1999 年以前，中國大陸稀土的出口沒有太多限制，自 1999 年以後中國政府雖採取出口配額制度並提高出口稅率<sup>4</sup>，但此兩項措施對出口的影響似乎不大，2009 年以前尚維持在 5 萬噸左右。直到 2010 年，中國大陸由於稀土政策的大轉變，稀土出口配額方大為降低。

表 1 中國大陸稀土保護政策

|             |   |
|-------------|---|
| 1985-1996 年 | 為了增加外匯存底，對於稀土出口企業採取營業增值稅退稅措施，以獎勵稀土出口。在此 10 年間，稀土出口增加五倍。 |
| 1997 年      | 開始採取稀土加工品出口配額制。   |
| 2002 年      | 禁止外國企業參與稀土礦山開採與稀土冶煉作業。                                  |
| 2004 年      | 取消稀土礦石出口營業增值稅退稅措施。                                      |
| 2005 年      | 取消稀土氧化物出口營業增值稅退稅措施；禁止稀土加工品的加工貿易。                        |
| 2006 年      | 削減出口配額；對稀土礦石及氧化物的出口課徵 10% 的出口稅。                         |
| 2007 年      | 對稀土金屬課徵 10% 的出口稅。                                       |
| 2008 年      | 提高稀土加工品出口稅到 15-25%。                                     |
| 2010 年      | 第二期出口配額較上年減少三成；因中國大陸漁船船長遭日本扣押，停止對日稀土出口。                 |
| 2011 年      | 提高稀土加工品出口稅。   |

資料來源：王長君(2011)。

<sup>4</sup> 中國大陸限制出口(出口配額)的對象是稀土礦、稀土氧化物、稀土金屬、稀土鹽類(稀土氯化物)等稀土初級產品，出口關稅為 15-25%；至於速凝永磁片(Rapid setting permanent magnet film)、磁粉、永久磁石、研磨材料等半成品並未限制出口。



近年來中國大陸強化稀土管制政策，加上 2010 年 9 月發生釣魚台事件後，中國大陸對日暫時停止出口，以致 2010 年全年稀土出口配額較上年減少大約四成。

不僅如此，中國大陸在十二五規畫期間(2011-2015 年)，針對限制稀土開採及加強發展稀土應用等亦積極提出相關政策：

### (一) 價格合理化與限制開採

#### 1. 價格合理化

大幅提高稀土資源稅徵收標準，改善稀土產品價格形成機制，以逐步達到稀土價值和價格趨於一致的理想。

#### 2. 控制開採總量

規定 2011 年稀土開採總量最高為 93,800 噸(較去年微增 5%)，包括輕稀土 80,400 噸、重稀土 13,400 噸。

### (二) 改善開發體制與生產設限

#### 1. 建立完善開發體制

建立有秩序的稀土資源開發、冶煉分離和市場行銷秩序，例如，中國大陸自 2011 年 10 月 1 日起實施「稀土工業污染物排放標準」，對於從事稀土採礦、冶煉分離的企業實施環保查核工作。

#### 2. 生產設限與企業整併

嚴格管制參與稀土開採的行業，除了由政府批准的合併重整、優化布局外，停止核准新建稀土冶煉分離的作業，並支持以大企業為核心，經由聯合、合併、重整等方式，大力推展資源整合，以提高產業密集度。

### (三) 限制出口廠商與進行稀土儲備

#### 1. 限制出口廠商

規定只有遵守資源保護規定與合乎國際標準的廠商才能夠出口稀土。如果廠商有違反出口配額規定<sup>5</sup>、產業發展政策或環境保護規定等情形，會被取消出口執照。此外，出口廠商必須符合國家與地方污染標準，申請獲得 ISO9000 認證，才能獲得出口配額。

#### 2. 稀土儲備

將國家儲備、企業儲備、實物儲備和資源儲備等相互結合，進行稀土策略性儲備工作。

### (四) 鼓勵技術創新與產業升級

#### 1. 技術創新

在十二五規畫期間內將提供約 5,400 萬美元的補助，鼓勵企業發展發光、永磁、儲氫、催化等 4 項稀土應用材料。

#### 2. 促進稀土產業結構調整

提高開採和冶煉分離能力，大力發展稀土新材料及應用產業，使稀土產業發展成為策略性產業，並能進一步鞏固地位和發揮作用。

<sup>5</sup> 中國大陸有關 2011 年出口配額管制辦法如下：

1. 對象：直接給予生產企業，考量生產企業過去的出口實績，分配實質出口配額。

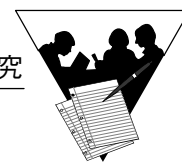
2. 計算方式：應得配額 = 此次下達配額量 × [ 0.85 × (A1 + A2) + 0.15 × A3 ]

A1 = (各企業近三年出口數量 ÷ 全國出口總量) × 0.9 權重

A2 = (各企業近三年出口金額 ÷ 全國出口金額) × 0.1 權重

A3 = 生產企業 2009 年出口供貨量 ÷ 各生產企業出口供貨總量





### (五) 提高稀土礦資源稅

中國大陸自 2011 年 4 月起，將稀土礦資源稅從每噸 0.5-3.0 元人民幣調高到 30-60 元人民幣，以配合市場價格的上揚。調整後的稀土資源稅課徵標準，氟碳鈾礦、獨居石礦等輕稀土，每噸徵收 60 元人民幣；磷鉍礦、離子型稀土礦等重稀土，每噸徵收 30 元人民幣。

### (六) 擴大出口配額項目

自 2011 年 5 月 20 日起將鎢鐵合金以及鈹鐵合金等稀土含量較高(稀土含量 10%以上)的稀土合金列為出口配額對象<sup>6</sup>。

## 二、當前主要國家稀土供需情況

中國大陸為稀土供給大國，採行的稀土供給政策對於世界的供給影響相當大，亦影響到各國的稀土需求。

### (一) 供給

就整體稀土供給而言，全世界擁有稀土的國家有中國大陸、美國、加拿大、俄羅斯、哈薩克、印度、越南、印尼、澳洲、南非、巴西等 11 個國家。根據美國地質調查所(USGS)的資料，2010 年世界稀土蘊藏量約 1.1 億噸，排名前五位分別為：中國大陸 5,500 萬噸、獨立國協 1,900 萬噸、美國 1,300 萬噸、印度 310 萬噸、巴西 160 萬噸。

2010 年世界稀土生產量大約 13.3 萬噸，其中生產排名前三名國家分別為：中國大陸 13 萬噸、印度 2,700 噸、巴西 550 噸(見表 2)。

<sup>6</sup> 編號為 7202999100，內容為「其他重量含 10% 以上的鐵合金」的商品被列為出口配額管理對象。

表 2 世界稀土供需趨勢

單位：噸，%

| 年          | 1997   | 1999   | 2001   | 2003   | 2005    | 2007    | 2009    | 2010    |
|------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 中國大陸       | 53,300 | 70,000 | 73,000 | 92,000 | 119,000 | 120,000 | 129,000 | 130,000 |
| 世界生產<br>占比 | 66.9   | 85.4   | 87.4   | 92.8   | 96.7    | 96.7    | 97.2    | 97.3    |
| 印度         | 2,700  | 2,700  | 2,700  | 2,700  | 2,700   | 2,700   | 2,700   | 2,700   |
| 馬來西亞       | 220    | 350    | 450    | 250    | 750     | 380     | 350     | 350     |
| 俄羅斯        | 2,000  | 2,000  | 2,000  | 2,000  | 2,000   | —       | —       | —       |
| 泰國         | —      | —      | —      | 2,200  | —       | —       | —       | —       |
| 美國         | 20,000 | 5,000  | 5,000  | —      | —       | —       | —       | —       |
| 巴西         | 1,400  | 1,400  | 200    | —      | —       | 650     | 550     | 550     |
| 錫蘭         | 120    | 120    | 120    | —      | —       | —       | —       | —       |
| 其他         | —      | —      | —      | —      | 400     | —       | —       | —       |
| 總供給        | 79,700 | 82,000 | 83,500 | 99,100 | 123,000 | 124,000 | 133,000 | 133,000 |
| 總需求        | 66,000 | —      | —      | 84,000 | 95,262  | —       | —       | 125,000 |
| 供需差距       | 13,700 | —      | —      | 15,100 | 15,100  | —       | —       | 8,000   |

註：1. 供需數量為氧化物換算量(Rare Earth Oxide, REO)。

2. 依據英國金屬礦物經營顧問公司(Roskill Information Services)的資料，2009年全世界稀土供給 125,000 噸，中國大陸 120,000 噸，俄羅斯 2,500 噸，美國 2,400 噸。

資料來源：1. 南博志(2007)。

2. USGS(2011), Mineral Commodity Summaries, January.

中國大陸 2009 年稀土出口配額總量為 50,145 噸，2010 年降為 30,259 噸，降幅高達 40%左右，同時稀土出口關稅提高到 15-25%。不過，2011 年全年中國大陸的稀土出口配額總量為 30,184 噸，比 2010 年的 30,259 噸，僅減少 0.2%，降幅趨緩(見表 3)。2011 年出口配額量 30,184 噸，但 2011 年前 11 個月，中國大陸出口的稀土總量僅達 1 萬 4,750 噸，且 2012 年上半年，出口商將獲准的配額僅 1 萬 546 噸稀土。

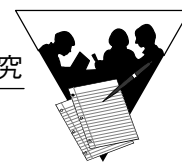


表 3 中國大陸稀土出口配額與其他國家的稀土需求

單位：噸，%

| 年    | 出口配額量<br>(註 1)    | 出口量<br>(註 2)       | 對日出口<br>(註 3) | 對日出口占比<br>(註 3) | 其他國家需求量<br>(註 4) |
|------|-------------------|--------------------|---------------|-----------------|------------------|
| 2006 | 61,560<br>(-6.2)  | 66,410<br>(52,733) | 28,418        | 42.8            | 50,000           |
| 2007 | 60,173<br>(-2.3)  | 54,353<br>(41,895) | 28,084        | 51.7            | 50,000           |
| 2008 | 47,449<br>(-21.1) | 54,963<br>(48,023) | 28,427        | 51.7            | 50,000           |
| 2009 | 50,145<br>(5.7)   | 43,918<br>(38,573) | 15,173        | 34.5            | 25,000           |
| 2010 | 30,259<br>(-39.7) | 39,813<br>(33,551) | 18,432        | 46.3            | 53,000-58,000    |
| 2011 | 30,184<br>(-0.2)  | 9,938<br>(8,457)   | 5,175         | 52.1            | —                |

- 註：1. 資料取自王長君(2011)、亞洲華爾街日報，2011年5月17日等。括弧內為較上年增減率。出口配額量為氧化物換算量(Rare Earth Oxide, REO)。
2. 資料來自大陸海關進出口資料庫，包括稀土混合物或合金(海關出口商品編碼 280530)與稀土化合物(商品編碼 284610 與 284690)的合計，括弧內數字為稀土化合物部分。2011年資料為1-7月累計數字。
3. 資料取自大陸海關進出口資料庫，2011年資料為1-7月累計數字，對日出口占比係以中國大陸對日出口占中國大陸實際出口的比率。
4. 資料取自美國能源部(2010)，「重要礦物原料策略」，12月。

## (二) 需求

根據美國能源部的資料，2010年全世界稀土的需求，共12.5萬噸，整個稀土市場的需求，中國大陸占六成，日本占二成五，美國占12%。

### 1. 中國大陸

2009年中國大陸的稀土消費量約7.3萬噸，大約占當年中國大陸稀土產量的57%，而隨著中國大陸相關產業的發展，對稀土的需求仍將會進一步的提高。

## 2. 日本

日本稀土需求約占全世界稀土需求的四分之一，日本需要的稀土幾乎完全仰賴進口，其中有七成左右來自中國大陸(見表 4)。

日本稀土需求量每年約 3 萬噸，2006 年至 2008 年日本進口稀土在 3 萬噸以上，2009 年因世界金融風暴、經濟衰退，稀土需求量大幅減少，僅 2.1 萬噸，進口量則低於 2 萬噸。2010 年因中國大陸大幅減少稀土出口配額與年底對日限制出口等影響，日本的稀土進口並未超過 3 萬噸。

2011 年由於中國大陸並未提高出口配額，以日本 2011 年 1-8 月進口實績來看，日本 2011 年全年稀土進口將難以超過 3 萬噸。

表 4 日本稀土進口量與對中國大陸的依存度

單位：噸，%

|          |          | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011(1-8 月) |
|----------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| 稀土混合物或合金 | 進口量      | 9,460  | 9,320  | 6,306  | 4,773  | 5,487  | 3,447       |
|          | 對中國大陸依存度 | 99.5   | 99.7   | 99.9   | 93.0   | 89.8   | 78.5        |
| 稀土化合物    | 進口量      | 31,948 | 30,404 | 28,023 | 13,489 | 23,007 | 13,024      |
|          | 對中國大陸依存度 | 82.4   | 87.1   | 75.8   | 82.8   | 79.7   | 67.3        |
| 合計       | 進口量      | 41,408 | 39,724 | 34,329 | 18,262 | 28,494 | 16,417      |
|          | 對中國大陸依存度 | 86.3   | 91.8   | 90.6   | 85.5   | 81.8   | 69.7        |
| 永久磁石(參考) | 進口量      | 15,231 | 15,489 | 16,055 | 11,039 | 14,885 | 10,209      |
|          | 對中國大陸依存度 | 65.9   | 74.7   | 73.6   | 79.2   | 77.7   | 74.3        |

註：稀土混合物或合金為海關進口編碼 280530 的商品；稀土化合物同為編碼 284610 與 284690 兩種商品的合計；永久磁石為海關進口編碼 850511 及 850519 兩種商品的合計。

資料來源：日本綜合統計窗口，<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat>。



### 3. 美國

美國稀土以加州芒廷山口礦區(Mountain Pass)儲藏量最大，達 430 萬噸。1980 年代結束以前，美國是世界主要稀土供應國，但因保護稀土資源、注重環保等原因，2002 年封閉芒廷山口礦區後，幾乎沒有生產。目前美國所需稀土幾乎完全仰賴進口，近來每年稀土進口規模約 1.5-2.5 萬噸(見表 5)，呈減少趨勢，主要進口對象國依序為中國大陸、日本、法國。

表 5 美國稀土進口量的變動

單位：噸

|              | 2006      | 2007    | 2008    | 2009    | 2010    | 2011(1-5 月) |
|--------------|-----------|---------|---------|---------|---------|-------------|
| 稀土混合物<br>或合金 | 723       | 653     | 566     | 188     | 437     | 186.4       |
| 稀土化合物        | 25,832    | 23,319  | 20,015  | 14,669  | 15,630  | 3,290.7     |
| 合計           | 26,555    | 23,972  | 20,581  | 14,857  | 16,067  | 3,477.1     |
| 永久磁石<br>(參考) | 1,053,221 | 977,146 | 811,674 | 572,124 | 994,780 | 372,670     |

註：同表 4。

資料來源：ITIS 統計資料庫。

### 4. 韓國

韓國目前稀土加工技術尚處於低水準，稀土的取得完全以二次加工品或成品進口。

韓國 2010 年由中國大陸進口約 3,200 噸稀土(見表 6)。2010 年韓國政府和韓國礦物資源公社(國營)的稀土儲備量僅約 62 噸，只能供應韓國國內企業使用 4 天。2011 年迄 8 月進口 2,582 噸，2011 全年進口量預計不超過前一年。

表 6 韓國稀土進口量的變動

單位：噸，%

|          | 2006   | 2007   | 2008   | 2009  | 2010   | 2011(1-8 月) |
|----------|--------|--------|--------|-------|--------|-------------|
| 稀土混合物或合金 | 34     | 43     | 295    | 23    | 81     | 433(95.1)   |
| 稀土化合物    | 6,626  | 5,967  | 3,805  | 2,633 | 3,206  | 2,148(76.9) |
| 合 計      | 6,660  | 6,010  | 4,100  | 2,656 | 3,287  | 2,582(79.9) |
| 永久磁石(參考) | 11,977 | 12,115 | 10,727 | 8,345 | 10,899 | 7,278(97.3) |

註：1.同表 4。

2.括弧內數字為來自中國大陸的占比。

資料來源：韓國關稅廳。

## 5. 台灣

我國稀土的進口，由 2006 年的大約 3,500 噸逐年下降，2010 年已降為約 1,400 噸(見表 7)，占世界消費的比重約 1%。進口以稀土化合物占大部分；稀土化合物又以鈾化合物占大部分，且來自中國大陸的比率達六成以上。

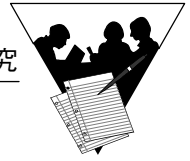
表 7 我國稀土進口量的變動

單位：噸，%

|          | 2006            | 2007            | 2008            | 2009            | 2010            | 2011(1-8 月)       |
|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| 稀土混合物或合金 | 8               | 10              | 42              | 37              | 151             | 28.5              |
| 稀土化合物    | 3,456           | 2,000           | 1,706           | 1,456           | 1,282           | 1,251.9           |
| 合 計      | 3,463<br>(57.6) | 2,010<br>(53.9) | 1,748<br>(35.6) | 1,493<br>(22.8) | 1,433<br>(44.1) | 1,280.4<br>(66.2) |
| 永久磁石(參考) | 7,023           | 6,673           | 6,235           | 4,883           | 7,273           | 5,080(93.5)       |

註：同表 6。

資料來源：財政部海關統計資料庫。



### 三、稀土國際價格變化

稀土國際價格明顯受到世界稀土供需的影響。1980 年代以前，世界稀土價格呈現穩定狀態。1980 年代以後，中國大陸加入生產行列，在進入 21 世紀之前，因開礦公司蜂擁成立，開採的稀土削價競售，低價出口，出口量大增，導致稀土價格偏低，歐美企業幾乎均退出稀土產銷市場。不過，中國大陸於 2010 年大量減少稀土出口，導致稀土價格大幅上漲，例如氧化釹、氧化鐳、鎢鐵合金分別上漲 104%、88%及 124%，2011 年以後的漲幅也相當大。以中國大陸海關資料，稀土混合物或合金的平均出口價格，由 2011 年 1 月的每公斤 94.0 美元，7 月已漲至 249.9 美元；商品編碼 284610 與 284690 的稀土化合物，同期間由 54.0 美元及 670.3 美元，分別提高到 130.0 美元及 217.9 美元

其次，稀土氧化物方面，2011 年 7 月每公斤價格及較前一年同期漲幅分別為：氧化銻 189 美元，上漲 29.0 倍；氧化釹 160.3 美元，上漲 8.0 倍；氧化釷 88.2 美元，上漲 4.6 倍；氧化釹 257.3 美元，漲幅 6.8 倍；氧化鎢 4,569.8 美元，漲幅超過 7 倍(見表 8)。從 2010 年至 2011 年 7 月中國大陸出口稀土價格的變化，可以明顯看出稀土價格確實受到中國大陸減少出口可觀的影響。

### 四、未來世界稀土的供需展望

對於未來稀土的供需變化，何時供給量會再超過需求量的意見，相當分歧。

#### (一) 稀土開採計畫

根據日本 Metal Research Bureau 2010 年 9 月發表的資料，世界稀土資源開採礦山或計畫如表 9。表上顯示由於中國大陸減少稀土的出口，一些已停止開採的稀土礦山可能再開的情況。

表 8 中國大陸稀土氧化物出口價格一覽表

單位：美元/1 公斤

| 項目 | 2009.2 | 2010.7 | 2011.1 | 2011.4  | 2011.7  | 2011 年 7 月較<br>前年同期漲幅<br>(倍數) | 2011 年 7 月<br>較同年 1 月<br>漲幅(%) |
|----|--------|--------|--------|---------|---------|-------------------------------|--------------------------------|
| 釷  | 12.0   | 17.8   | 84.6   | 126.1   | 160.3   | 8.0                           | 89.4                           |
| 鐳  | 6.5    | 15.5   | 58.8   | 105.8   | 88.2    | 4.6                           | 14.1                           |
| 鈾  | 13.5   | 6.3    | 63.0   | 126.4   | 188.9   | 29.0                          | 199.8                          |
| 釷  | 13.5   | 33.1   | 86.3   | 189.6   | 257.3   | 6.8                           | 616.0                          |
| 鎔  | 460.0  | 508.1  | 642.0  | 812.6   | 4,596.8 | 8.0                           | 635.4                          |
| 鈾  | 360.0  | 441.3  | 625.0  | 1,091.7 | 1,962.3 | 3.4                           | 214.0                          |
| 鐳  | 95.0   | 295.8  | 456.6  | 806.8   | 2,884.5 | 8.6                           | 513.7                          |

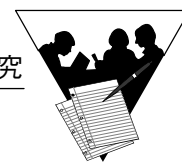
資料來源：2009 年 2 月的價格資料來自 [www.mndm.gov.on.ca/mines/ogs](http://www.mndm.gov.on.ca/mines/ogs)，其他時間的價格資料來自中國大陸海關進出口資料庫計算的結果。

表 9 世界稀土資源開採計畫

| 礦山或計畫          | 主要企業                              | 產量<br>(REO、噸) | 預定開始<br>生產時間 |
|----------------|-----------------------------------|---------------|--------------|
| Mountain Pass  | MolyCorp                          | 10,000-20,000 | 2011-2013    |
| Mt Weld        | Lynas Corporation                 | 10,000-20,000 | 2011-2013    |
| Nolans         | Arafura Resources Limited         | 10,000        | 2011-2013    |
| Nechalacho     | Avalon Rare Metals                | 5,000         | 2013-2014    |
| Dong Pao       | 豐田通商、雙日與越南政府                      | 5,000         | 2012         |
| Hoidas Lake    | Great Western Minerals Group      | 3,000-5,000   | 不明           |
| Bear Lodge     | Rare Element Resources Ltd        | 不明            | 不明           |
| Kvanefjeld     | Greenland Minerals and Energy Ltd | 不明            | 不明           |
| 巴西 Pitinga Neo | 日本三菱商事、Neo Material Technologies  | 不明            | 不明           |

資料來源：日本 Metal Research Bureau，2010 年 9 月 17 日。





## (二) 各國對未來供需的看法

各國對世界未來稀土供需的看法，稀土總供給超過稀土總需求的時間，快的話可能在 2012 年，慢的話要等到 2013 年以後，但其時間亦因稀土種類不同而異，詳細如表 10。

表 10 各國對未來稀土供需的看法

| 國家別  | 單位別                            | 對未來稀土供需的看法   |
|------|--------------------------------|--|
| 美國   | 能源部                            | 2015 年稀土產量將達 22.5 萬噸，其中，較為重要的稀土將達 18.8 萬噸。   |
|      | 高盛證券                           | 1. 2011 年需求量 141,524 噸，較供給多出 18,734 噸。<br>2. 2013 年市場將會轉向為供過於求的現象。<br>3. 2014 年供應過剩量更會提高到 5,860 噸，占預估需求量的 3.2%。  |
|      | Technology Metals Research LLC | 1. 2013 年全球稀土氧化物產量將達 16.3 萬噸，到 2017 年將達到 32.7 萬噸。<br>2. 各種稀土自 2012 年起將相繼進入「供過於求」的狀態，其開始時間分別為：氧化釧 2012~2013 年；氧化鈿 2012~2013 年；氧化釹 2014 年；氧化鎳 2015~2016 年；氧化鈹 2015~2016 年；氧化鈳 2016 年；氧化鎳 2017 年。 |
|      | 佛尼多尼亞集團                        | 由於電池、電子產品、汽車和永久磁石產量增加，全球稀土需求將年平均增加 7.1%，到 2015 年達到 18 萬噸。  |
|      | IMARC Group                    | 在不久的將來，鈹、鎳、鈹、鎳等四種稀土將出現供不應求，鈳、釧、鈿、鎳、鈳等五種稀土則出現供過於求的現象 <sup>(註)</sup> 。   |
| 中國大陸 | 中國大陸稀土協會                       | 未來世界稀土每年的需求量將達 21 萬噸。  |
|      | 國泰君安證券                         | 1. 隨著稀土限產以及稀土價格持續攀升，鈹、鐵、硼將獲得長期有利的成長空間<br>2. 因鈹、鐵、硼除廣泛應用於手機、PC、音響等電子資訊傳統領域之外，風力發電、新能源汽車及節能家電等產業的迅速發展對於其需求也相當殷切。   |
| 澳洲   | 里那斯公司                          | 1. 2011-2012 年全球稀土需求量將超越供應量 3.5 萬噸。<br>2. 2013 年和 2014 年的年需求量 17.7 萬噸、供給量 15.5 萬噸，供給不足達 2 萬噸以上。  |
| 英國   | 金屬礦物經營顧問公司                     | 2010 年全世界稀土供不應求的現象，將因中國大陸以外的國家相繼投入生產，產量大增，可於 2012 年獲得紓解。   |

註：係在 2011 年 07 月出版的「The Global Rare Earth Elements Market 2011-2015: Is the Hype Justified?」一書中發表的內容。

資料來源：作者自行整理。

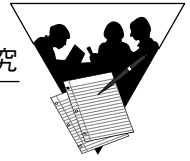
展望未來稀土價格的走勢，在短期間，稀土價格可能因新技術的開發，經濟景氣惡化而減少使用量，或重新開採稀土礦產，而出現下降現象；但在長期間，基於(1)稀土為數位機器與電動車等綠色產業或高科技產品不可缺少的重要材料，這些產業對稀土的需求將有增無減；(2)稀土對於工業生產的重要性將如同對石油的需求長期不減等兩大理由，預期稀土的價格仍將日益上漲。

## 肆、各國的因應與對我國的啟示

### 一、主要國家的因應

針對中國大陸強化管制稀土出口以及提高稀土出口關稅的措施，美國和墨西哥於 2011 年 8 月向 WTO 提交了一份備忘錄，指控中國稀土政策存在貿易保護主義。中國大陸限制原物料出口及提高出口關稅可能違反 WTO 規定和「入世議定書」承諾。按照關稅暨貿易總協定(General Agreement on Tariff and Trade, GATT)第 XI:1 條規定，禁止締約國對貨品進出口實施課稅以外形式的限制。此外，在中國大陸的「入世議定書」第十一條第三點和其附件六，中國大陸已經承諾不再對附件中沒有列舉的產品徵收出口稅，也不再提高對列舉產品的出口稅率，如果遇到特殊情形必須徵稅或提高稅率，中國大陸應該事先與其他相關國家協商，尋找共同接受的解決方式。

這些主要國家除了向 WTO 提出稀土訴訟之外，亦採行各種因應措施，其中以日本最為積極，茲分為日本、其他國家兩方面說明如下：



## (一) 日本

### 1. 政府部門

日本經濟產業省於 2010 年 10 月 1 日發布「稀土綜合對策」，同時亦計畫於 2012 年度(同年 4 月至翌年 3 月)的政府預算之中，增加 220 億日圓稀土資源開發調查費。

「稀土綜合對策」包括四大項，分述如下：

#### (1) 開發替代材料與稀土減量技術

##### A. 加速開發替代材料技術

日本自 2007 年度即開始進行鐳、鈾等六種礦物的替代技術開發。對於硬碟(HDD)用玻璃基板研磨材鈾的替代材料，希望有一部分提早兩年內達成，在未來一年內達到商業化。

##### B. 推動國際共同研發合作(國際潔淨能源技術合作)

#### (2) 促使日本成為世界稀土資源再生大國

為了促使日本成為稀土再生大國，將實施再生相關技術開發與促進相關設備投資。

#### (3) 開採礦山以確保礦山開採權益及擴大稀土供給來源

為了擴大中國大陸以外的稀土供給來源，以及確保礦山開採權益，採行下列對策：

A. 出資收購世界礦山，以獲得開採權利，此項工作由獨立行政法人石油天然氣金屬礦物資源機構(JOGMEC)負責。

B. 強化風險資金的供給，此項工作亦由 JOGMEC 負責。

C. 強化與資源國家的關係，包括進行基礎建設、合作探勘、人才培育、產業發展等，此項工作由日本國際合作機構(JICA)負責。

D. 加速日本企業進展中的海外(於哈薩克、越南等國)<sup>7</sup>稀土礦山開發。

E. 協助在海外開採中的礦山作業，以確保供給的穩定(取樣評鑑測試等)

(4) 提供補助以促進稀土等利用產業的升級

為了確保稀土的利用，促使擁有高科技的產業在日本國內繼續事業活動繼續，對於產業引進相關設備或有助於提高生產量的活動，給予適當的補助，包括：A. 引進可減少稀土使用量的設備；B. 引進製程不含稀土的設備；C. 促進高度利用稀土的產業在日本形成群聚。至 2011 年 6 月為止，經濟產業省已提供高達 420 億日圓的補助。

2. 研究機構

配合經濟產業省「稀土綜合對策」相關補助措施，經產省轄下的日本新能源產業技術總和開發機構(NEDO)<sup>8</sup>於 2011 年 1 月 21 日公布「稀有金屬(包括 17 種稀土在內)替代、削減及申請辦法」，重要規定如下：

(1) 補助比率與補助金額：補助比率為三分之二，每一研發主題為 3,000 萬~10 億日圓左右(總額由 NEDO 負擔，共 66 億日圓)。

(2) 研發體制：採取單獨企業或聯合企業的方式均可申請。

(3) 實施期間：2010~2011 年度。

<sup>7</sup> 與國外的合作包括：(1)日本政府與蒙古政府於 2010 年 11 月取得共同開發共識，預定在 2010 年度內提出探勘結果；(2)協助哈薩克進行基礎建設，兼取得鈾資源；(3)配合越南核能廠興建，強化人才培育、探勘合作；(4)與美國同步進行資源回收與強化儲備工作。

<sup>8</sup> NEDO 雖為獨立行政法人，但其人員之中，有不少是來自政府單位(尤其是經濟產業省)的派遣人員，形同政府研究機構。



### 3. 民間部門

#### (1) 替代材料及技術的開發

東北大學結合產、學、研各界共 8 個單位，在經濟產業省的協助之下，成功開發高性能釹磁石<sup>9</sup>，並預定於 2012 年開始量產。這種釹磁石可以使原需使用的釹減少 4 成。

三菱金屬正積極開發磁石再利用技術；東芝(Toshiba)<sup>10</sup>已研發出馬達用新磁石，這種磁石不使用大陸的稀土鎳(Dysprosium)，而是使用非稀土的釷(Samarium)。釷在澳洲、美國相當豐富，新磁石的利用可以降低對大陸稀土的依賴度。

#### (2) 探勘新資源

日本雙日和豐田兩家民間企業，與越南國營企業達成聯合開發稀土資源的協議<sup>11</sup>。未來越南兩處稀土礦每年至少提供 7,000 噸稀土資源，可以滿足日本 20% 以上的稀土需求。

日本一家商社在澳洲獲得稀土礦山開採權，並與當地企業就有關問題取得基本共識<sup>12</sup>。若能達成正式協議，以後數年每年可獲得大約 8,500 噸稀土，相當於日本年稀土需求量的 30% 左右。此外，日立金屬亦於 2011 年 8 月與美國鉬礦公司締結稀土原料供應合約。

#### (3) 進行稀土回收

日本國內的廢棄物中含有稀土的總量，相當於世界稀土數年間的消費量，而日本的廢棄稀土回收技術，幾乎可達到百分

<sup>9</sup> 釹磁石係以釹、鐵、氮為主要成分，為稀土磁石的一種，也為永久磁石中磁力最強的。1984 年由日本當時名為住友特殊金屬(現為日立金屬)公司的佐川真人等人所發明。

<sup>10</sup> 日本經濟新聞 2010 年 11 月 23 日報導。

<sup>11</sup> 法新社 2010 年 10 月報導，為日本貿易公司豐田通商(ToyotaTsusho)、雙日(Sojitz)與越南國家煤炭暨礦產集團(Vinacomin)的開發合作。

<sup>12</sup> 日本讀賣新聞 2010 年 11 月 24 日報導。

之百的提煉純度，廢棄物分類技術，也達到世界最高水準；信越化學工業自 2011 年 1 月開始從冷氣機、油電混合車回收釹磁石，即是典型的案例。

(4) 零組件於稀土產地生產

日本豐田汽車生產的油電混合車馬達，需要使用永久磁石，在中國大陸逐漸管制稀土出口之下，已表示將在中國大陸生產永久磁石，以便易於取得稀土。

(二) 其他國家

1. 美國

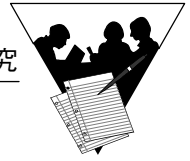
美國歐巴馬總統 2010 年底接受了美國能源部的建議，規劃從三方面加速推動美國的稀土策略。

(1) 重新開發美國本土稀土資源，並經由新技術開發，提高資源利用率

美國德克薩斯稀土資源公司與澳洲國際礦業諮詢公司 SRK，在 2011 年 1 月達成協議，由後者負責提供專業服務，內容包括分析歷史數據，改進探勘流程和加工標準，對員工進行技術培訓等。此外，美國國會於 2010 年 10 月通過相關法案，由聯邦政府對於美國本土的稀土開發公司提供債務擔保等財務支援。

(2) 加強國際合作，重塑國際稀土供應鏈

經營芒廷山口礦區的美國鉬礦稀土公司(Molycorp)與日本日立金屬有限公司組成合資公司，於 2011 年 4 月恢復在莫哈夫沙漠(Mojave Desert)的稀土開採作業，共計投入 7.8 億美元，預期 2012 年底之前，年產量可提高至 19,000 噸，2013 年增加至近 4 萬噸。



(3) 利用新技術研發稀土資源替代品，減少對稀土的依賴

美國政府已提撥巨額經費，加緊研發不必使用稀土的電磁技術。例如，加州特斯拉汽車公司已研發出不需使用稀土的全電動汽車馬達；伊利諾州大學及喬治亞理工學院等機構，正積極研發不使用稀土的固體氧化物燃料電池(Solid Oxide Fuel Cell,SOFC)。

2. 韓國

(1) 強化儲備與開採

韓國政府為了確保稀土，計畫在 2014 年以前提高儲備量至 1,500 噸，相當於 100 天的需求量；同時，已於 2011 年 12 月與南非共和國簽訂探勘稀土計畫，預計自 2014 年開始，每年可取得 6 千噸稀土，為韓國目前稀土需求量的兩倍。

(2) 與國外研發合作

韓國稀土加工技術協議會<sup>13</sup>於 2011 年 4 月與中國大陸包頭稀土研究院締結共同研究稀土加工技術協議，共同合作開發加工技術開發必要的裝備、設施及技術資訊等，並進行人員交流。

3. 德國與歐盟

為解決稀土短缺問題，德國聯邦教育研究部 2011 年 8 月宣布成立赫姆霍茲(Helmholtz)資源技術研究所，希望此研究所成為德國資源策略中心，提高稀土等資源使用與開採的效率<sup>14</sup>；此外，德國已在 2011 年 11 月組成國家企業團隊(national cartel)，將至世界

<sup>13</sup> 韓國稀土加工技術協議會成立於 2011 年 2 月，共有韓國礦物資源公社、POSCO、浦項產業科學研究院、AJU 集團、Wellich 國際等五個單位參加。

<sup>14</sup> 德國聯邦教育研究部 2011 年 8 月 29 日新聞稿(<http://www.bmbf.de/press>)。

各地尋找稀土資源<sup>15</sup>。

德國資源回收業高度發達，如電子類回收率在 90%左右，主要從舊的電路、電腦、磁鐵和車輛回收稀土；為了稀土的回收，德國已經開始限制電子廢棄物和廢棄汽車出口。德國賓士、寶馬和大眾三大汽車公司都設立了專門的資源回收公司。西門子等企業也設有專門的「變廢為寶」部門。

歐洲執行委員會將投資 2,300 萬美元，研究改良稀土挖掘技術與替代品；此外，亦提出進行稀土儲備與由廢棄物回收稀土的策略。

## 二、對我國的啟示

我國稀土的進口量不大，主要自日本及中國進口，終端需求以用於石化業添加用的催化劑、平面顯示器(FPD)等光學玻璃拋光用的拋光粉，以及馬達用的磁石為大宗。我國稀土的使用量雖然不大，面臨的情況亦不如日本的嚴重，但終端應用產業皆為新興產業，面對中國大陸稀土出口限縮政策，研判間接受到影響的層面將與日遽增，而有必要參考其他國家作法，採取有效的對策。

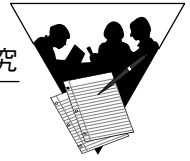
### (一) 我國面臨的情況

#### 1. 我國稀土受衝擊不如日本之大

我國稀土的進口以稀土化合物占大宗，從 2006 年大約 3,500 噸逐年下降至 2010 年的 1,400 噸，占世界消費的比重大約 1%。由於中國大陸限制出口(出口配額)的是稀土礦、稀土氧化物、稀土金屬、稀土鹽類(稀土氯化物)等稀土初級產品，並未限制永久磁鐵、

<sup>15</sup> 德國明鏡周刊 2011 年 11 月報導。





研磨材料等半成品出口，而我國在稀土相關的進口多屬於半成品如永久磁鐵，其數量遠超過稀土混合物或合金、稀土化合物的合計，因此中國大陸的稀土出口設限對於我國的直接衝擊相對較不嚴重，但將受到稀土加工材料、零組件價格上漲較大的影響。

## 2. 兩岸合作機會大

國內不生產稀土原料，稀土產業競爭優勢來自稀土應用產品的生產技術與研發能力，目前部分國內廠商與中國大陸稀土業者有合資關係，例如：東元電機在中國大陸生產永磁馬達；中緬在山東、上海、廣東等處設有生產據點，可取得螢光粉所需的稀土原料；信昌電子在湖南設有粉末廠，就近取得相關原料。此外，我國中正大學目前跟中國大陸研究單位正進行稀土應用合作開發。

## 3. 中國大陸管制對象可能擴大

相較於日本，我國受到中國大陸減少稀土出口的影響較小，但應用終端產業皆為國內未來聚焦的新興產業，且我國永久磁石的進口有九成以上來自中國大陸，中國大陸未來的政策變動，例如有是否進一步管制永久磁石的出口，仍需密切加以注意。

### (二) 因應對策

我國產業以下游代工為主，關鍵零組件則委之國外，稀土直接進口相當有限，不過基於稀土對於許多綠能產品的生產過程扮演舉足輕重的角色，如電動車用永磁馬達、汽車廢氣淨化用觸媒<sup>16</sup>、

<sup>16</sup> 車用觸媒可分為氧化型、還原型與三元立體三大類型。所謂氧化型，指的是能利用化學氧化將CO及HC轉換成CO<sub>2</sub>及H<sub>2</sub>O的製品；還原型則可將NO<sub>x</sub>轉換成N<sub>2</sub>，至於前述兩者的結合，則能製造出兼具雙重功能的三元立體觸媒。

風力發電用發電機，以及省能燈泡等，在材料的使用上相當依賴稀土，為了確保稀土的長期穩定供給，並進一步拓展稀土應用材料或零組件龐大的商機，建議如下：

#### 1. 加強國內努力方面

##### (1) 建立預警機制

建立稀土價格監控、政策變化等預警機制，協助業者分散營運風險。

##### (2) 進口管道多元化

對於重要的原物料，政府應輔導業者採取多元的進口管道，以維護國家安全及經濟安全。

##### (3) 進行稀土儲備

國內目前尚無稀土專責單位，亦無稀土儲備計畫。韓國稀土需求量與我國相當，但已擬定儲備計畫並努力進行開採工作，而且原材料於工業發展角色扮演上日益重要，因此，我國亦應有主管部門負責儲備工作，以應付突發事件。

##### (4) 探求稀土相同成分的自然資源

鼓勵國內學研界利用其專門知識，加強研究分析何種大自然物質可經由化學組成方法，提煉成稀土相同成分的材料。例如，康普材料公司的前身鑫海公司是稀土生產公司，曾經接受國內中山科學院核能研究所的技術移轉，將台南將軍鄉的海砂提煉成重砂，再煉成氧化鈿(稀土產品)，進而銷售至日本。

##### (5) 提升稀土利用效率

國內應加強稀土的性質分析與利用，開發稀土利用技術，開發更合理、更環保使用稀土材料的方法，以提升稀土使用效



率，拓展高階稀土應用產品與市場，提高綠色產品的性能、品質、附加價值，進而提升產品的國際競爭力。

#### (6) 研發替代性資源

政府與民間應利用共同成立「稀土及應用產業聯誼會」等方式，促進國內稀土及應用產業的國際交流，儘早投入替代資源的研究與發展，積極發展新材料技術，並開發回收技術，透過資源循環使用，擴增供給來源；同時，從法令或技術層面，加大國內稀土減量、回收、替代等 3R 技術的研發輔導力道。

### 2. 擴展國際合作方面

#### (1) 增加從中國大陸進口稀土，發展關鍵技術產業

兩岸簽訂 ECFA 之後，兩岸經貿合作更趨於密切，我國應藉由兩會或兩岸搭橋等合作方式，擴大從中國大陸進口稀土初級產品，朝向下游發展附加價值較高的關鍵技術產業。例如，汽車廢氣淨化觸媒(即觸媒轉換器)為任何汽車不可缺少的裝置，價格高昂，可利用台灣與大陸的良好關係，加強合作開發生產汽車廢氣淨化觸媒，以降低觸媒轉換器價格。

#### (2) 擴大與中國大陸的稀土研發合作

中國大陸開採、冶煉稀土的技術雖已成熟，但下游應用產品的發展尚處於啟蒙階段。中國大陸在「稀土十二五規劃發展」中，亦明訂發光、永磁、儲氫、催化等 4 項稀土應用材料為未來明星產業，希望能在 2015 年前順利將主要的稀土生產型態，從製造上游的原料，轉型為製造下游的應用產品。由於我國對於中國大陸的稀土產業競爭優勢在於稀土應用產品的生產技術與研發能力，因此在兩岸產業交流日益頻繁之下，可考慮加強雙方共同研發新的材料。

### (3) 強化台日企業合作

目前歐、美、日正進行永久磁石的國際合作計畫，由於現階段日本在高階磁石領域上居全球領先地位，但日本從中國大陸取得稀土較為不易，國內產學界可考慮藉由目前積極推動的「台日產業合作搭橋方案」，設法與日本的 NYC、信越化學工業、三德、日立金屬等日本較著名的稀土公司洽談技術研發合作事宜，利用我國易於取得中國大陸稀土原料的優勢，在我國投資進行稀土加工生產。此外，日本磁石技術的發展以「減少鎳用量」為主要研究方向，亦可考慮作為台日雙方企業進行稀土研發合作的重點。

## 伍、結 語

稀土是十七種稀有金屬元素的合稱，廣泛應用在冶金、石化、光電、綠能、醫學、核能工業等高科技產業領域。由於全球僅少數國家擁有稀土礦產，爰可對其下游應用的產業有相當影響力。2010 年中日釣魚台事件後，中國大陸以限制稀土出口作為報復手段，導致世界稀土供給短缺與價格飆漲，歐、美、日、韓等主要國家因而積極採取因應對策。

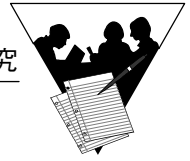
稀土需求大國的日本，已由經濟產業省針對於減少稀土使用量、或開發替代性材料，提供巨額補助；擁有稀土礦源的國家(如美國)也將重新恢復稀土開採作業；稀土需求量大的國家將與擁有稀土的國家共同合作開採稀土礦，並加強稀土的回收業務等。若能縮短重新開採所需準備時間，降低稀土回收成本，使替代性材料達到原先預期的效果等的因應對策產生效果，將有助於緩和稀土供需的緊張關係。



未來稀土價格的走勢，在短期間可能因重新開採稀土礦產而下降，或因新技術的開發，經濟景氣低迷而減少使用量；但以長期觀之，基於綠能環保的趨勢、及高科技產品對稀土的需求有增無減，稀土的重要性將如同全球對於石油的需求，難以被取代，爰稀土的價格仍將居高不下。我國雖然受到稀土供給下降與價格攀升的直接影響較小，但為了追求長期永續經濟產業發展，對於稀土問題應比照對石油供需變動的重視程度，採取適當預警與因應的措施，提高國內稀土自主能力，縮小受到國際影響的層面。就中短期而言，由於兩岸關係近年來趨於和諧，我國廠商亦可充分利用位於中國大陸的製造基地，爭取多項觸媒相關關鍵零組件的技術移轉或生產商機。

## 參考文獻

1. 土屋春明(2009)，「遠動的中國大陸稀土」，金屬資源報告，7月。
2. 井上淳(2010)，「稀土」，積穗綜合研究所。
3. 王長君(2011)，「強化產業能力以因應中國大陸國內需求」，Nikkei Ecology，3月。
4. 石原舜三(2006)，「稀土資源礦床類型」，地質消息，8月。
5. 西脇文男(2011)，「稀有金屬、稀土」，日本經濟新聞社日經文庫，3月。
6. 吳美慧等(2010)，「稀土戰爭—下一場全球經濟危機」，今周刊，725期，11月15日。
7. 侯貫智(2011)，「稀土金屬」，金屬材料月報，6月。
8. 南博志(2007)，「稀土的供需與價格動向」，金屬資源報告，7月。
9. 美濃輪武久(2011)，「稀土磁石使用的稀有金屬與今後磁石的應用」，金屬資源報告，1月。
10. 陳登銘(2011)，「工業的維他命—稀土金屬」，科學月刊，4月。
11. 陳億夫(2010)，「稀土金屬與綠能產業的發展」，中國鑛冶工程學會 99 年年會專題研討會。
12. 喻曉軍(2011)，「中國稀土永磁產業現況」，2011 國際稀土產業交流論壇，11月22日。
13. 渡邊美和(2011)，「中國大陸稀土產業的重組」，金屬資源報告，3月。
14. 藤田豐久(2011)，「Importance of rare metals and new development and advances in purification and recycling technologies for metals」，2011 國際稀土產業交流論壇，11月22日。
15. 關本真紀(2009)，「稀土、鈿、鎳、鋰等供需情況」，日本石油、天然氣、金屬礦物資源機構，3月。
16. 日本外務省(2010)，「稀有金屬、稀土的戰略與安全保障」，外務省調查月報，No.3。
17. 日本金屬資源資訊中心(2010)，「稀土及稀有金屬投資會議報告」，5月。網站：<http://www.jogmec.go.jp>。
18. — (2011)，「北美市場分析家的稀土供需分析與政策建議」，7月。
19. 日本經濟省資源能源廳(2010)，「海外礦物資源確保單一體制」，7月。
20. 日本經濟產業省(2011)，「稀土綜合對策」。



21. 日本經濟產業省製造產業局(2011),「2011年度稀土、稀有金屬減量及使用零組件替代支援計畫」,12月。
22. 日本新能源產業技術總和開發機構(2010),「加速稀有金屬減量技術實用化補助業務」,11月。
23. 韓國產業銀行月刊(2011),「俄羅斯稀土現況與展望」,3月。
24. 維基百科, <http://zh.wikipedia.org>。
25. Emily Coppel(2011),”Rare Earth Metals and U.S. National Security,”American Security Project, February 1。
26. Marc Humphries(2011), “Rare Earth Elements: The Global Supply,”  
<http://www.fas.org>, September 30。