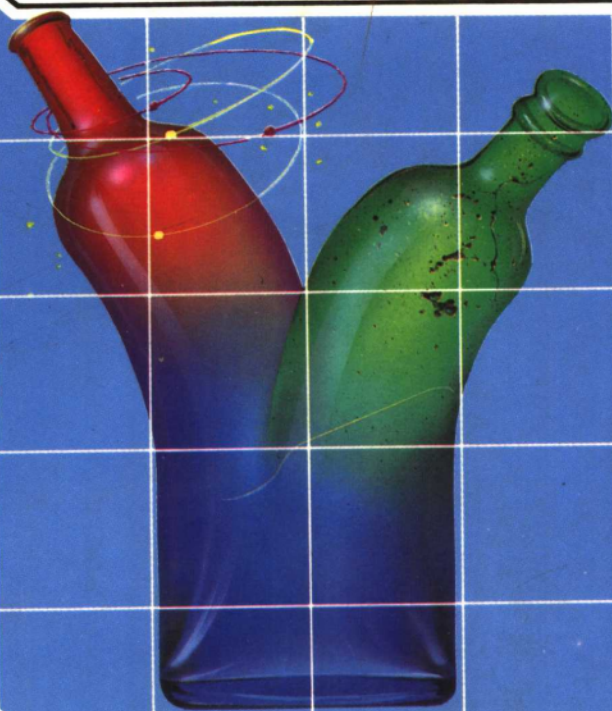


新世紀叢書

化學工業的基石

分離科學

審定者：楊思廉



銀禾文化事業有限公司

90856-8

025062

11385

內容小介

分離科學若說是所有化學工業（舉凡石油化學、金屬冶煉、農藥、染料及香料等精細化學品以及食品、生物、核能等科技）之基石，並不為過。著者以其平實且容易理解的方式來闡釋此一高深專門的學科，使讀者了然於心而有所悟，是一本值得青年學子一窺的好書。

ISBN957-568-038-3

定價 90 元

石油大

0 6

00



120
新世紀叢書

分離科學

銀禾文化事業公司 印行



120
新世紀叢書

分離科學

主 編：新世紀編輯小組

審定者：楊思廉

出版者：銀禾文化事業有限公司

發行人：陳俊安

地 址：台北縣永和市林森路 88-1 號

電 話：9230041 · 9230051

傳 真：9230051

郵 撥：0736622-3

定 價：新台幣 90 元

印製者：大原彩

新聞局登記證

1991 年 5

版

ISBN

審定者：楊思廉教授

● 臺灣省人

● 民國15年生

● 國立臺灣大學化工系畢

● 現任國立臺灣工技學院

化工系教授

新世紀叢書(100冊)

051	簡易天體觀測	100
052	彗星	90
053	基本粒子和宇宙論	90
054	超光速粒子「迅子」	80
055	趣談偵探小說	70
056	水平思考	70
057	相對論的故事	80
058	超現象的科學	80
059	反物質的世界	90
060	太空梭的科學	90
061	物理的發展與內涵	100
062	宇宙的起源	80
063	物理定律集	90
064	彎曲的空間	110
065	基本粒子的物理	100
066	量子力學的世界	100
067	向核融合挑戰	90
068	雷射	100
069	藍色行星——地球	100
070	科學發展的偉人小記	100
071	電腦史話	80
072	機器人的世界	80
073	電腦軟體設計法	90
074	機器人對人類的衝擊	80
075	銀河旅行及特殊相對論	100
076	物理的探險	100
077	氣象科學入門	110
078	太陽的誕生和死亡	80
079	物質質量和重量	100
080	十大數學家	90

新世紀叢書(100冊)

001 星空漫步	90
002 太陽系	90
003 人子的孕育	60
004 陸上動物的演化	70
005 原子的奧秘	60
006 相對論趣談	80
007 形與數的世界	70
008 分子的建造	60
009 地球的過去與未來	80
010 改變世界的現代化學	90
011 工程師的偉業	70
012 了解和幫助您的孩子	
——黛綠年華	60
013 動物的行為	70
014 電腦	90
015 基礎化學	60
016 光合作用	90
017 機車的精靈	90
018 國防科技	90
019 銀河之旅	90
020 我們的宇宙	60
021 太空殖民地	80
022 地球浩劫	80
023 今日科技	80
024 外太空訪客——UFO	90
025 科學趣談	80
026 神祕歷程	90
027 探險之旅	90
028 大地之謎	90
029 最新武器大觀	90
030 浩瀚宇宙	90
031 相對論的宇宙論	100
032 21世紀的寵兒	90
033 或然率趣談	90
034 尖端空防科技	80
035 新化學趣談	100
036 新物理趣談	110
037 五次元世界	90
038 黑洞波雲似星體	100
039 科幻相對論	100
040 漫談「無限」	100
041 職業與性向	100
042 白洞	100
043 遺傳與婚姻	90
044 宇宙的終局	90
045 高分子科學	90
046 隱形人的科學	90
047 汽車的昨日今日明日	110
048 水的世界	90
049 飛機總論	90
050 住宅安全學	90

序

最近，各國正盛行利用遺傳因子的重組技術，以大腸菌生產胰島素等重要的醫療藥品的各種研究。

隨著這種生物技術的實用化，產生了極為重要的一項課題，就是如何將大腸菌所作出的微量胰島素，從大量的其作混合物中極有效率的加以分離並收集。

由於大腸菌所生產的各種化合物中，除胰島素外，還含有對人體有害的成分，因此，將胰島素單獨予以分離出來，是極為重要的。

又，爲了使分離技術盡量簡化，使其能商業化而普遍使用，它必須是一種高效率的分離法。因此，科學家們乃研究、開發出過濾法、吸附法、液體色層分析法等各種分離技術，俾能有效分離，提煉胰島素。

說得誇大些，如果分離技術未能建立，則生物技術只不過是沙灘上的華廈而已。

除了生物技術之外，如果說所有的化學工業（含金屬鍊製、農藥、醫藥、食品加工等）皆以分離科學爲基礎也不爲過。提煉原料是一種分離，將化學反應所產生的目標物質從其他副產物中取出製成成品也是一種分離。

在美國，目前已有名為「分離科學與分離技術」的專門性雜誌發行，分離科學在廣義的化學領域中，已成為不可或缺的一個部門，在化學界愈來愈受到重視。筆者撰寫本書，只是期望非專門研究化學的一般讀者，亦能對分離科學的重要性有所瞭解。

如果本書能使讀者對所謂分離化學物質究竟意味著什麼，又用甚麼方法分離化學物質等問題的了解有些微的幫助，則是筆者無上之榮幸。

1988年1月

上野景平

目 錄

序.....	I
I 引 言.....	1
II 利用大小之差異實施分離.....	13
a 過濾是甚麼？.....	13
b 利用濾紙、濾布的過濾法.....	15
c 濾 膜.....	23
d 半透膜及超濾膜.....	27
e 反滲透膜.....	33
III 利用相變的分離.....	35
a 相變是甚麼？.....	35
b 蒸餾法.....	36
c 昇華法.....	41
d 再結晶法.....	43
IV 利用化學性親和力之分離.....	47
a 溶媒萃取・超臨界流體萃取.....	47
b 吸 附.....	53
c 離子交換.....	57
d 分子篩子.....	67

V	以色層分離法分離	69
a	甚麼是色層分離法(色層法)	69
b	液體色層法	76
c	氣體色層法	108
d	分離分析與分取	120
VI	利用薄膜分離	125
a	神秘的細胞膜	125
b	液 膜	127
c	乳化液體膜	137
d	浸發作用	140
e	氣體分離膜	143
VII	其他分離法	151
a	利用電力分離法	151
b	利用磁力的分離法	157
c	利用重力的分離法	158
d	利用氣泡的分離法	163
e	利用擴散之分離法	164

I 引言

從海水提煉鈾

日本金屬礦業事業團仁尾海水鈾回收技術研究所，正在四國香川縣的海邊進行一項實驗，就是從海水中提煉鈾礦。海水中的鈾含量大約為 3.3 ppb，即 1 噸海水中鈾的含量僅 3.3 毫克。3.3 ppb，如果用實物來比較，等於東京的某大樓體積的海水（51.5 萬噸）中，約含 1.5 公斤（以體積言約為單一形乾電池兩個）之鈾礦。因此要提煉如此微量的鈾並非易事。

海水是一種含 3% 食鹽（氯化鈉）的水溶液，但如再加以化驗，就會發現除了鹽之外，還有鉀、鈣、鎂等金屬離子，以及硫酸根、溴化物等陰性離子，另外加上所含極微量成分，則幾乎包括地球上所有的元素。其中除了人類生存所需的礦物質（鈷、鋅、鐵、銅等）之外，也含有以公害而惡名昭彰的水銀及鎘，當然，這些有害物質，與其說是來自近年工廠所排放的廢水，事實上，在地球誕生時即已存在。

表 1 是海水中所含物質的一部分。

2 分離科學

表 1 海水中的主要成份
海水 1kg 中所含化學成分之重量

主要成分

離 子	公 克	離 子	公 克
鈉	10.65	氟化物	18.98
鉀	0.38	溴化物	0.065
鎂	1.27	硫 酸	2.65
鈣	0.40	碳酸氫	0.14
鋇	0.008	硼 酸	0.026

微量成分

離 子	公 克
鐵	0.00002
銅	0.00001
鈷	0.0000001
鋅	0.000014
水銀	0.00000003
鎳	0.0000001
銻	0.0000033
鐳	0.0001

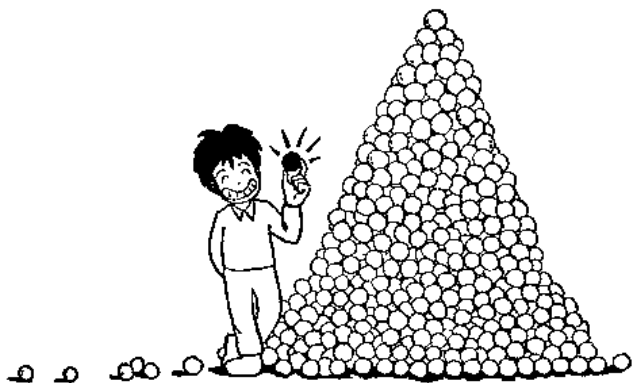


圖 1.1 只將目標物分開取出就是分離

從表中，比較一下鈉與鈾的濃度，假定海水中含有 3 億個鈉離子，則鈾離子（正確地說應是鈾的氧化物離子）有 9 個。以豆子為例，等於在 3 億粒小豆子中滲雜著 9 粒大豆子。3 億粒小豆子可裝滿 180 個大汽油桶，而要在其中找出 9 粒大豆子，這就是從海水中取鈾的「工程」。

發現容易提煉難

不僅是海水，凡是檢驗各種材料中所含元素之種類及含量的學問稱為分析化學，近年來由於分析的儀器及技術日益進步，要找出百萬分之一、十億分之一

，或一兆分之一的微量成分，已不是很困難的事了。

然而，要將其微量成分「取出來」，就不是一件簡單的事了。以分析海水中鈾含量的比色分析法（正確名稱爲吸光光度法）而言，它的原理是，利用一種叫做「阿而士納索Ⅲ」的特殊色素，這種色素與鈾結合會由原來的紅色變成紫色，因此，我們就能夠根據變色的程度測定微量鈾的含量。這種方法，所需要的海水只要牛奶瓶一瓶就足夠了。

但是，如果我們要從海水中取得相當分量的鈾，至少肉眼所能看見的程度，則與僅僅分析其含量完全是兩回事。從混合物中選擇特定的成分並把它取出來，就叫做「分離」，分析與分離，事實上是一體的兩面。

也就是說，由「分析」知道某種成分的存在，然後用「分離」將其取出。關於海水中鈾的分析，前面已經提過，至於如何將其分離，則可用下面的方法。

在四國所作的實驗中，是使用一種吸附劑。這種吸附劑是結合鈦化合物的活性炭，易與鈾結合，在水中，與含量最多的鈉毫不發生作用，而與含量三億分之九的鈾互相吸引而結合。

因此，就利用這個特性，讓海水晝夜不停的流經裝有這種活性炭的大水槽，經過一段時間之後，海水

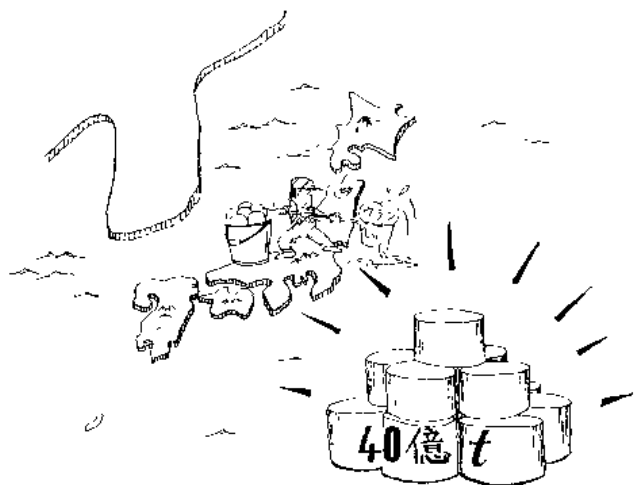


圖 1 2 海水中鉍的總量是 40 億噸

中極微量的鈾就會被活性炭慢慢的吸附。在流過一定量的海水之後，再以稀鹽酸將吸附於活性炭的鈾溶解出來，然後經過一連串的精製過程，即可得到黃色的固體氧化鈾。

如果仔細算一算輸送海水流經裝有活性炭的大水槽所需要的電力，以及其後的精製過程中所消耗的各種能源，也許我會懷疑，花費如此大的代價從海水中取鈾，是否划算。但事實上，在不久的將來，陸地上的資源必日漸減少，而鈾的國際價格將不斷上升，到那時，從海水取鈾或許是唯一可行的方法。無論如何

，雖然是「微量」，但因海水的總重量有 1.3×10^{18} 噸（ 10^{18} 是 10 億的 10 億倍），因此，海水中鈾的含量總計有 40 億噸之多，這是一項不容忽視的龐大資源。海水被認為是隱形的資源，除了鈾之外，還含有多種寶貴的金屬，雖也是微量，但如以海水總量計算，其個別的含量還是相當驚人的。如果我們能研究出高效率的分離技術，海水將搖身一變，成為極重要的礦物資源。

在我們周圍的分離技術

海水的主要成分為食鹽（氯化鈉），利用海水製鹽的技術，自古以來即有許多種方法。就日本而言，從最早的入濱式裝鹽，1940 年代的流下式製鹽法，到最近的離子交換膜製鹽法。

入濱式及流下式，都是利用太陽能使海水蒸發，再從濃度極高的海水中取得食鹽結晶，這也是一種分離技術。

而目前所使用的離子交換膜法，則是使用一種叫做離子交換膜的分離膜，用電解法將海水中的食鹽加以分離並濃縮，即可得到純度較高的食鹽。這種方法不需要廣大的鹽田，也不受氣候影響，僅用少量電力即能製造大量食鹽，對面積狹小的日本而言，是一種

很適宜的分離技術。

只要環顧一下我們的四周，就可發現所謂的分離技術實際上是一種常見的技術。

例如在採石場，岩石經爆破後，以碎石機打碎，最後篩選將它們按照大、中、小粒加以分類，這種篩選就是一種最簡單的分離操作。

再舉一個例子，最近有一種叫做「銻」的金屬很受人矚目。銻砷化合物用來做為半導體，則比「矽」更具優點，因此它的需求量也日益增加。在提煉鋁的過程中，以拜耳法處理鋁土礦時所排出的廢水中即含有這種「銻」金屬。這種廢水中銻的濃度僅數十ppm，要從廢水中分離並取得如此微量的銻，必需經過極複雜的化學工程，而目前這種分離技術已研究成功。

另外，治療化膿性疾病的著名特效藥盤尼西林，是從一種青黴所產生的物質，而要從青黴的培養基取得純粹的盤尼西林，必須利用吸附法或色層分離法（色譜法）等複雜的分離技術。

除去雜質

分離時，除了從一種複雜的混合物中取出某一特定物質之外，還要從所取得的物質中，將我們不需要