



論基本權之保護義務在不確定科技 健康風險預防上之適用 ——以奈米科技與非游離輻射應 用之相關健康風險預防為例

王 毓 正*

要 目

壹、前 言	error模式
貳、奈米奇蹟？奈米危機？	二、傳統行政秩序法之危險防禦理論
一、奈米科技相關之基本概念	三、危險防禦理論在類似風險問題中遭遇之難題——非游離輻射為例
二、奈米科技的契機——以環保與醫學為例	(一)非游離輻射及其相關健康風險之研究狀況
三、奈米科技可能引起的健康風險	(二)「非熱效應」之健康風險預防上的官方立場
(一)微小性相關之健康風險	(三)非游離輻射之健康風險預防問題於德國法與歐盟法院之討論
(二)性質變異性相關之健康風險	四、小 結
四、小 結	
參、危險防禦理論與奈米健康風險預防	
一、科技管制之傳統trial and	

* 成功大學法律學系助理教授。作者誠摯感謝兩位匿名審查人對拙文所提出之寶貴建議與指正，亦感謝成功大學法律學研究所碩士生何宛屏小姐悉心提供校稿上之協助，文責仍由作者自負，特予敘明。

投稿日期：九十九年三月八日；接受刊登日期：九十九年四月十五日

肆、風險預防原則之適用及對於
危險防禦理論之補充

- 一、危險防禦理論之背景與科技時代之扞格
- 二、預防原則之理論概述及其於奈米科技相關健康風險之適用

(一)風險事由之認定

(二)風險預防措施之選擇及妥適性

三、小 結

伍、比例原則與風險預防之關係

陸、管制策略與建議措施

柒、結 語

摘 要

新的科技應用經常亦帶來新型態的風險，此種風險的特徵是，是否造成民眾利益損害以及損害程度為何，無法從人類經驗當中獲得答案，而且往往在短時間內亦無法獲得充分的科學證實，然而另一方面卻也無法證實其係屬無害。就此種類型之科技風險，本文係以目前被普遍應用的奈米科技應用為例進行探討，並嘗試從基本權之保護義務理論出發，探討國家面臨此種高度不確定性的健康風險預防時，是否亦須承擔起對於生命與健康權保障之保護義務，以及是否必須在理論上進行調整。然而，由於奈米科技應用的歷史仍屬短暫，且相關的健康風險預防議題亦尚未普遍受到重視，因此相關法學方面之探討仍屬有限。我國目前雖然已有若干文獻，但亦僅限於法律層次上進行討論，而且多數僅集中在外國法制與法政策的介紹，但是欠缺憲法層次的討論。相對於此，德國法在此方面已有若干憲法層次的探討，並且與非游離輻射之應用相關之健康風險預防議題產生學理上對照的關係，尤其後者無論在學理與司法訴訟上皆已存有相當程度的論述，除了值得作為我國學理探討之參考，亦可作為我國相關議題在法政策上之參考。

關鍵詞：科技風險、健康風險、保護義務、資訊公開、風險揭露

壹、前言

在物質奈米化之下的特殊效用逐漸被認識，以及奈米技術逐漸被廣泛運用之後，奈米相關之產品已逐漸地充斥在今日生活的各層面，舉凡醫學、藥學、化學原料、通訊、光電、食品、化妝品以及各式的清潔用品等，換言之，奈米科技之應用與相關產品業已逐漸充斥在吾人生活各個領域當中。正當奈米科技被譽為第四次工業革命，並被估計在未來將帶來無可限量的產值的同時，奈米科技應用所伴隨而來的潛在危害性亦逐漸受到研究與討論，當中尤其以「健康風險」(health risks)的議題受到特別的重視¹。即如同多數新穎科技應用一樣，奈米科技之應用亦使民眾在享用新穎科技的同時，被推向不確定的「新穎」風險領域，當中亦包括奈米科技所帶來的健康風險疑慮。然而當此處所謂之健康風險仍處於尚未充分獲得科學證實之階段，而國家對於人民生命與健康亦負有保護義務時，則國家如何採取具正當性的預防性措施，則將會面臨憲法層次上之疑義。

儘管我國目前已有若干法學論述，已逐漸將奈米健康風險預防的問題放置在法律層次上進行討論²，然而多數僅集中在外國法制與法政策，或是我國目前可能涉及的現行法令等方面的介紹與探討。事實上不應被忽略的是，當國家透過制訂法律或其他公權力措施之採取，

¹ 例如奈米科技之風險認知研究，行政院環境保護署委託，台灣大學公共衛生學院執行，EPA-97-UIUI-02-103，2009年3月；張振平、陳春萬主持，奈米科技應用的可能潛在危害之探討，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，2006年2月；梁永芳、吳婉怡，奈米科技與人體健康，科技報導，2005年9月；美國安全衛生研究所(National Institute for Occupational safety and Health, NIOSH)對於奈米科技應用與健康風險之討論，亦請見<http://www.cdc.gov/niosh/topics/nanotech/>，造訪日期：2009年8月20日。

² 例如趙美華，奈米科技管理相關法律問題研究，東吳大學法律學系碩士論文，2009年9月；李淑娟，論奈米科技潛在風險之法律規範，東海大學法律學研究所碩士論文，2006年1月；李昂杰、陳郁庭，奈米科技對於健康之危害及法律對策——以我國既有法規之檢視與調適為中心，科技法律透析，2005年12月，頁21以下；陳郁庭，奈米科技的美麗與哀愁——談潛在的健康風險及法律管制，科技法律透析，2005年8月，頁31以下。

以對於奈米科技風險進行預防或調控時，即同時伴隨著公權力措施介入人民的私領域。而在一個揭櫫法治國原則的國家，此些具有權利干預性質的公權力行為皆必須符合憲法以降的正當事由的要求，方為法所容許。此一屬憲法層次且係根本性的要求，恐非僅是直接藉助外國法律或制度的介紹，即可獲得滿足。

就國家對於奈米科技應用相關的健康風險進行預防而論，主要可能遭遇到兩個正當性方面的挑戰。首先是何時或何種條件下國家得以介入人民私領域，對於健康風險採取預防或調控的行為；其次，健康風險的預防與調控措施應如何適度地節制，以避免對於人民的權利過度干預。換言之，依據傳統之危險防禦理論，在為了預防或排除危險之目的下，國家公權力得進入人民之私領域，並透過法律課予行為義務；惟若為了預防一個尚未充分獲得科學證實的健康風險時，則傳統的危險防禦理論是否得直接援引適用，抑或必須在理論內涵上進行適度的調整，似不無優先予以探討之必要。再者，縱使透過憲法層次的理論補充或擴張，改弦更張地，使國家對於未臻危險之情狀，亦得以基於預防不確定的科技風險之目的而「提前」以公權力措施介入私人領域（亦即介入時間點的問題），但仍須如同向來以危險防禦為發動前提的干預性措施採取一般，亦必須進一步探求干預性措施之採取應如何避免過當，亦即權利限制措施之限制（Schranke-Schranke）的問題，在此首先即遭遇到比例原則作為檢驗科技風險預防與管制措施之正當性時，有無扞格或內涵須要調適的問題。

貳、奈米奇蹟？奈米危機？

一、奈米科技相關之基本概念

奈米（Nanometer, nm）³是長度單位，所謂一奈米乃為十億分之

³ “nano”一詞係源自於希臘語中“nanos”，其原本之意含為“zwerger”。NanoCare, Konsortium des Projekts NanoCare (Hrsg.), Gesundheitsrelevante Aspekte synthetischer Nanomaterialien, 2009, http://www.nanopartikel.info/fileadmin/user_

一公尺 (10^{-9}m)，若以比喻而言，一奈米即相當於人類毛髮（約一百微米）的數千分之一，一般將奈米物質 (Nanomaterials) 定義為，任何物質之長寬高中的任何一個向度小於一百奈米者，奈米物質之形狀可能為塊狀、管狀（纖維）或是顆粒狀⁴。若以一般經常被應用的奈米微粒 (Nanoparticle) 來與足球大小作比較，即好比一顆足球之於地球般之大小懸殊⁵。至於奈米技術 (Nanotechnologies) 乃為一個集合名詞，而非指涉同一種之物質類型；亦即只要是針對符合「奈米尺度」(nanometer scale) 之物質，以操控原子、分子之方式，並運用物質在奈米尺度下表現的特性，進行新材料之開發，或於製程、元件或系統中之應用的科技即屬之。透過以上的基本定義與介紹可以發現，奈米科技所代表的意義即是物質尺度之微小化，然而奈米科技之特性並非僅止於物質尺度之微小化，更進一步地物質在一至一百奈米的尺度範圍內，尚伴隨著若干獨特的物質特性之出現，諸如相對表面積增高、表面曲度變大、熔點降低、熱導度或導電度倍增等特性⁶。甚至物質在奈米尺度之下經常會伴隨的性質變異性的效應，例如反應性提高或是光線吸收性、色澤之改變等，特別是可能使一般大小之下不具毒性的物質，在奈米尺度下產生毒性。例如在奈米尺度下之黃金顏色轉變為紅色，且進一步地，當其在二奈米之下時將產生毒性⁷。

奈米技術已逐漸被大量製造並被廣泛應用在各種領域或產品，例如汽車工業、機器工業、化學、醫藥學及生物技術，乃至二〇〇一年以來興起的「奈米、生物、資訊科技、認知科學融合」(NBIC Con-

upload/Publikationen/NanoCare_Broschuere.pdf (last visited: 2009.08.20)。

⁴ 此一定義已被DIN-Norm於2008年8月所正式接受，同時ISO規範所同樣採納，ISO/TS 27687, Nanotechnologies – Terminology and definitions for nano-objects – Nanoparticle, nanofibre and nanoplate, at 1. 另亦請參閱馬遠榮，奈米科技，2002年10月，頁108。

⁵ NanoCare, aaO. (Fn. 3), S. 6.

⁶ 劉吉平、郝向陽，奈米科學與技術，2003年12月，頁9以下；亦請參閱李淑娟，前揭註2，頁5以下。

⁷ 趙美華，前揭註2，頁32以下；李淑娟，前揭註2，頁6以下。

vergence; Nano- technology, Biotechnology, Information Technology, Cognitive Science) 之研究領域等，此等趨勢已使得奈米科技之運用被譽為第四次工業革命，同時也讓各先進國家無不爭相投入大額資金在奈米科技之研發⁸，預計二〇一五年時奈米科技在全球將有十兆美金以上之市場⁹。因此可以想見地，奈米科技之應用與相關產品之利用未來將會更深入到一般人的生活各層面。

二、奈米科技的契機——以環保與醫學為例

奈米技術相關之產品的特徵之一即是輕薄短小，因此除了在製造上節省原物料之耗費外，也因為質輕因此相對地亦有節省能源之益處。例如早期於生物醫學與軍事領域的所研發的奈米技術探測器，若亦運用於環保領域，預計將可改善生物性或化學性污染的偵測¹⁰。此外，在機械製造上，奈米技術的運用可以使機器減少磨損與摩擦力的產生，同樣亦具有節省原物料與能源之效。奈米技術之運用亦有改善水質方面的作用，例如利用奈米碳管所生產之「流過式電容器」(Flow-through Capacitor, FTC) 具有海水淡化的功效——FTC海水淡化技術，且相較於傳統的逆滲透或是蒸餾技術，可以節省近99%的能源耗費。

奈米薄膜技術在污染防制方面未來亦有可觀的發展潛力，例如已經過前處理的廢污水處理在透過奈米薄膜過濾可以有效地阻隔例如病毒等疾病因子，並且亦可避免疾病因子在環境中擴散。奈米薄膜亦可更進一步應用阻隔氣體或水以外之液體的污染物質。例如目前已有愈來愈多汽機車的空氣污染物濾淨器應用奈米技術，以減少奈米尺度的

⁸ 關於國際間在奈米科技的研發之介紹，請參閱趙美華，前揭註2，頁54以下；陳郁庭，前揭註2，頁32以下。

⁹ UBA, Nanotechnik: Chancen und Risiken für Mensch und Umwelt, Hintergrundpapier, 2006, S. 2.

¹⁰ U.S. Environmental Protection Agency, EXTERNAL REVIEW DRAFT: NANOTECHNOLOGY WHITE PAPER.

微粒排放物的排放¹¹。

奈米微粒在醫藥學方面的應用亦逐漸受到重視，目前已有初步成果的是，將奈米微粒應用作為藥物的運輸工具，藉由控制奈米微粒方向與行徑的方式，使藥物精準地在目標位置發揮作用，藉此降低藥物副作用的風險¹²。又例如在腫瘤的手術當中，亦可能運用奈米技術有效地清除癌細胞，而不傷及其他健康的細胞。此外，在疾病傳染預防與蟲害防治方面，奈米物質之應用亦有突破性的發展，例如結合二氧化矽（silicon dioxide）與奈米銀利用其可發揮的殺菌功能，進一步應用在長期間之導管或是紡織品之上，以替代具有毒性的有機殺菌劑之使用¹³。在金屬鏽蝕之防護方面，亦可以透過奈米技術之進行處理，其不僅可發揮極佳的防鏽蝕的功能，且亦可取代傳統上之六價鉻（CrVI）之使用，以避免因接觸六價鉻而罹病之風險¹⁴。

三、奈米科技可能引起的健康風險

除了前開有關奈米技術對於人類生活的正面效益已廣為受到肯定之外，奈米科技應用對於環境與人體健康風險，以及進一步伴隨的社會與倫理等問題之研究與探討，亦已逐漸獲得重視，並進一步反映到法律與政策構想之提出¹⁵。在與奈米科技相關的健康風險問題¹⁶之討

¹¹ UBA, aaO. (Fn. 9), S. 9.

¹² NanoCare, aaO. (Fn. 3), S. 7.

¹³ 新聞稿「奈米矽片銀殺菌劑——“銀彈900”」，<http://www.pse.ntu.edu.tw/Picture/news.pdf>，造訪日期：2009年8月29日。

¹⁴ 電影「永不妥協」（Erin Brockovich）當中，電力公司排放污染的物質就是六價鉻，對人體有極大之傷害，劇中居民許多病徵也都是因接觸到六價鉻而造成問題。六價鉻為吞入性毒物／吸入性極毒物，皮膚接觸可能導致敏感；更可能造成遺傳性基因缺陷，吸入可能致癌，對環境有持久危險性，參考自環境技術資訊網<http://www.e-environment.com.tw/html/modules.php?name=News&file=article&sid=727>，造訪日期：2009年8月29日。

¹⁵ 關於各國相關法規方面之介紹，請參閱趙美華，前揭註2，頁101以下。另外，歐洲執委會亦於2008年對於相關業者與研究單位提出一套行為準則，commission recommendation of 07/02/2008 on a code of conduct for responsible nanosciences and nanotechnologies research (C(2008) 424 final).

論當中，若就奈米物質本身而言，主要集中在奈米微粒散逸的問題，特別當奈米微粒的散逸就隨著一般市面產品之使用而發生時，則可能使產品消費者不自覺而暴露於奈米微粒的環境當中，典型的實例即含有奈米微粒的化妝品¹⁷或食品。隨著奈米微粒的微小尺度下¹⁸本身具有的微小性特質之外，亦伴隨著性質變異性等兩種特性，二者即產生不同方式的健康風險¹⁹。

(一) 微小性相關之健康風險

依據目前科學研究的推論，奈米微粒在一百奈米尺度下具有穿透細胞膜之能力，進而導致健康上之疑慮。由於依據目前研究累積的經驗證實，尺度大過於奈米微粒的物質（亦即大於一百奈米），其具有穿透肺泡的能力，進而使該微小物質透過血液循環系統被輸送到身體各部位。因此合理可以推論，奈米微粒應更有可能穿透人體的「血腦

¹⁶ 奈米科技應用所引發的新興風險問題，除了傳統上較受到重視的健康風險問題之外，環境風險方面的探討，例如實驗證實碳60的奈米微粒可以透過魚類的鰓進入魚體，並進一步穿透魚類之「血腦屏障」（BBB）危害到魚類，又例如部分污水淨化設施中採用具有殺菌作用的奈米物質，其可能造成水中微生物組成的改變，vgl. BAuA/BfR/UBA, Nanotechnologie: Gesundheits- und Umweltrisiken von Nanomaterialien – Forschungsstrategie, S. 40 f. 此外，隨著「奈米、生物、資訊及認知科學（NBIC）之整合探討技術融合」（NBIC Convergence; Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology, Cognitive Science）的研發與應用逐漸重視，倫理與人性尊嚴層面的問題討論，亦已成為奈米科技所伴隨的人文社會新興議題。請參閱科技政策智庫網頁：http://thinktank.stpi.org.tw/eip/index/techdoc_content.jsp?doc_id=1175417844662&ver_id=2，造訪日期：2009年10月25日。

¹⁷ UBA, aaO. (Fn. 9), S. 12.

¹⁸ 一般將奈米物質的特性歸納為所謂「高表面效應」、「量子尺寸效應」、「大表面積效應」、「小尺寸效應」以及「宏觀量子穿隧效應」等。相關介紹，請參閱趙美華，前揭註2，頁32以下；龔建華，你不可不知的奈米科技，2002年7月，頁38以下。本文以下有關健康風險之討論，主要集中在奈米物質本身的微小性，以及奈米尺度下所伴隨的性質轉變等，兩項因素所造成之人體健康風險。

¹⁹ 有關奈米科技相關之健康風險較詳細的中文文獻，請參閱趙美華，前揭註2，頁92以下；李淑娟，前揭註2，頁51以下。

屏障」(BBB)，進而不僅可能對於腦部造成損害，甚至亦可能穿透胎盤而進入胎兒的體內。再者，透過動物實驗亦發現，奈米微粒可能直接透過呼吸系統進入腦部，然而可能導致如何的健康負面影響，尚欠缺更進一步的研究²⁰。此外，奈米微粒亦具有穿透肺泡的能力，從動物實驗當中發現，由於奈米微粒的粒子極小，具有容易躲過肺泡巨噬細胞(alveolar macrophage)吞噬的特性，並引發肺部及氣道的發炎反應，進而導致肺部發炎的情形發生²¹。再者，奈米管在動物實驗的過程中，被發現具有類似石棉纖維的健康影響，例如石棉沉滯病(asbestosis)、肺癌以及腹膜與胸膜的惡性腫瘤，故被比喻為「新世紀之石棉」²²。然而，以上的論述，並非透過直接的人體實驗所獲得，而係間接地從現存有關幾百奈米尺度的微小顆粒的研究結果所得之推論²³，或是從動物實驗的研究結論，所提出之合理懷疑。

再者，依據目前的研究指出²⁴，奈米物質亦可能藉由皮膚接觸的方式使人體暴露於奈米物質。例如市面販售之防曬乳已多年廣泛使用奈米化之二氧化鈦(titanium dioxide, TiO₂)²⁵。此類具皮膚接觸性特

²⁰ Oberdörster, et al., *Nanotoxicology: An Emerging Discipline Evolving from Studies of Ultrafine Particles*, 113 (7) ENVIRONMENTAL HEALTH PERSPECTIVES 823-39 (2005).

²¹ 張志欽、陳淑慧、賀詩欣、楊俊毓、王宏達、蔡美玲，以蛋白質體研究超細微奈米碳黑暴露造成小鼠肺部損傷的機制，成大研發快訊，第8卷第8期，2009年5月，<http://research.ncku.edu.tw/re/articles/c/20090508/3.html>，造訪日期：2009年9月10日。

²² Nanoröhrchen wirken ähnlich wie Asbest, Spiegel Online vom 21.5.2008, <http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/0,1518,druck-554383,00.html> (last visited: 2009.09.10).

²³ Ch. Callies, Das Vorsorgeprinzip und seine Auswirkungen auf die Nanotechnologie, in: Hendlar/Marburger/Reiff/Schröder (Hrsg.), *Nanotechnologie als Herausforderung für die Rechtsordnung: 24. Trierer Kolloquium zum Umwelt- und Technikrecht*, 2009, S. 36.

²⁴ UBA, aaO. (Fn. 9), S. 13.

²⁵ 二氧化鈦乃屬多用途之材料物質，由於其化學性質穩定、抗熱且具有高折射係數，因此成為染料、油漆、紡織品以及紙張製程當中被廣為使用的白色色素。此外，E171二氧化鈦甚至屬於廣被使用的食用色素，而被添加於食品、

微的奈米物質應用，可能透過人體皮膚細胞間的縫隙或是透過髮根侵入皮膚內部。儘管如此，依據目前相關研究的一致見解，皮膚係屬極佳的人體保護層，因此至今仍無任何研究表示奈米微粒可能透過健康的皮膚侵入血液，進而進入人體循環系統²⁶。然而必須注意的是，目前亦沒有足夠的研究說明，同樣的暴露情形若發生在受損、發炎或特別敏感的皮膚時，是否仍舊如健康的皮膚一般地安全無慮。惟受損、發炎或特別敏感的皮膚在抵擋奈米微粒入侵的功能上可能較弱，卻應屬合理的推論²⁷。此外，在動物實驗方面，亦已證實奈米尺度的二氧化鈦在進入肺部時會產生毒性反應，只不過在另一方面研究亦指出，奈米二氧化鈦倘若與產品結合在一起時，極具有穩定性，不至於透過呼吸暴露的途徑進入人體肺部²⁸。

如前所述，奈米微粒可應用作為藥物的運輸工具，然而在此同時亦使人體置於奈米物質暴露當中。此外，在一般食品當中，亦有愈來愈多標榜含有奈米添加物的趨勢，倘若銷售者所言不虛的話，則消費者自然亦將隨著食用相關產品時，使得奈米物質進入人體。以上兩種屬於操作性的奈米物質飲食暴露，基本上尚屬可由消費者或受診者決定的自願性暴露，而相對於此者，乃是隨著含有奈米物質的包裝在裝載食品時，產生奈米物質溶出現象而混入食品當中，再進一步透過飲食暴露途徑進入人體²⁹，此情形下民眾則往往暴露於不自覺當中，因此自然難以自我決定是否迴避此類暴露。另外，透過飲食暴露且無法被分解的奈米微粒最後會產生何等效應，目前仍無法確知。一般預測

藥品以及牙膏當中。然而奈米尺度下之二氧化鈦卻會發生與原本性質迥異的變化，其不再是白色而是呈現透明的外觀，且具有極佳的抗紫外線功能，因此被廣泛使用在防曬品、紡織品或家具保護用途上，NanoCare, aaO. (Fn. 3), S. 11.

²⁶ BAFU/BAG, Synthetische Nanomaterialien, Risikobeurteilung und Risikomanagement, Grundlagenbericht Aktionsplan, 2008, S. 5.

²⁷ Callies, aaO. (Fn. 23), S. 37.

²⁸ NanoCare, aaO. (Fn. 3), S. 12.

²⁹ BAFU/BAG, aaO. (Fn. 26), S. 12.

將會在解毒器官（肝臟和腎臟）發生累積作用，至於此等累積作用是否會人體健康產生風險，仍有待研究。

透過以上之說明，可以瞭解到奈米物質係有可能透過呼吸（*inhalativ*）、皮膚接觸（*dermal*）或是飲食（*oral*）等方式進入人體。然而，另一方面必須注意的是，目前多數對於奈米物質與人體健康風險的描述，不是來自於微米物質研究結果的推論，就是從動物實驗所獲得之證實，換言之，直接說明奈米物質在人體內如何被吸收、散布、變化、累積以及排出等問題之相關研究目前仍相當有限。也因此前述的健康風險是否確實會進一步造成人體健康危害，尚屬無法直接證實，故而更無庸論及如何確立暴露管制或預防標準方面的論據。

(二)性質變異性³⁰相關之健康風險

物質在奈米尺度之下會產生性質的變異，例如前文所述，黃金在奈米尺度下顏色轉變為紅色，且當其在二奈米之下時將產生毒性。整體而言，物質在奈米尺度下會發生結構性或化學性的變異，這些變化可能包括溶解度、表面積、結構、累積或聚合程度、表面反應以及數量濃度等各種層面。而這些性質的變異亦有可能對於毒性產生影響，因此當人們廣泛地享用著物質奈米化後的功能性轉變之同時，亦不能不去注意到其所可能伴隨的毒性或生態毒性（*ecotoxic*）問題。然而，針對各種物質在奈米化之後所產生的性質變異進行的系統性研究，至今仍是相當有限的³¹。又例如一般被容許作為食品添加劑的E551二氧化矽以及E171二氧化鈦，當其在奈米化之後亦會產生性質上之變異，至於是否會伴隨著毒性的出現以及在考慮此些性質變異後，是否應該對其用途加以限制，目前的相關研究仍舊是有限的³²。

儘管腫瘤產生的原因至今在醫學上尚未完全被證實，惟一般認為

³⁰ 另有以「奈米改性」稱之，請參閱李昂杰、陳郁庭，前揭註2，頁21。

³¹ BAuA/BfG/UBA, aaO. (Fn. 16), S. 21. Available at http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/nano_forschungsstrategie.pdf (last visited: 2009.09.10).

³² BAuA/BfG/UBA, aaO. (Fn. 16), S. 53.

部分的奈米物質應該只會如同一般微粒物質應該只會引發氧化壓力上升，而尚不至於導致癌症的產生，但另一方面透過動物實驗已經證實，在同樣的數量、濃度條件之下，由於奈米物質具有性質變異性，因此相較於一般微粒具有較高的毒性，亦將引起較強烈的肺部發炎與纖維化反應³³。

四、小 結

藉由以上說明，可以得知奈米科技有帶動經濟全面性發展且下一波產業革命的潛力，同時對於環境保護與醫療健康方面的改善亦有所助益，甚至亦已有實際的初步進展。然而，奈米科技亦如同刀之兩刃，其也同時亦伴隨著環境與健康風險的引起，只不過相較於奈米科技應用在產業方面成效的確定，目前有關健康風險的論述卻多數僅止於類似性質物質研究之推論或是援引自動物實驗的研究結果，亦即尚處於所謂欠缺具體的證實（no concrete scientific evidence）的階段。然而，必須強調的是，前文所介紹的奈米科技相關健康風險卻非僅是純粹的臆測，而係至少屬於學理上合理的推測。就此而言，奈米科技之應用是否具有健康上之危害性，此一問題就目前而言，毋寧是既無法確保其無害，但同時也無法證實其危害性，亦即其陷入了法學上所謂「non liquet」的處境，此亦是新興科技應用上經常出現的情況，類似的情形亦發生在非游離輻射的健康風險問題上³⁴。然而，當此類健康風險已與民眾生活具有緊密的關係，且其危害發生的可能性上並非純屬臆測，而係已具有「科學理論上可信的理由所建立之初始懷疑」（auf wissenschaftliche Plausibilitätsgründe gestützter Anfangsverdacht）之性質時，倘若國家公權力介入的時機仍謹守在以客觀經驗為

³³ BAuA/BfG/UBA, aaO. (Fn. 16), S. 34; Oberdörster, et al., *supra* note 20, at 830.

³⁴ 王毓正，科技風險與企業社會責任——以電磁輻射公害防治為例，2009年兩岸稅法與經濟法學術研討會，高雄市政府與高雄大學財經法律學系主辦，2009年4月24日。

基礎的危險存在之情形，是否符合憲法基本權之保護義務³⁵的要求似不無探討之必要。然而相反地，當國家透過公權力手段對於造成此所謂的「non liquet」之原因者（Verursacher）予以規制時，是否符合憲法向來之正當性要求，亦必須一併檢驗。

參、危險防禦理論與奈米健康風險預防

一、科技管制之傳統trial and error模式

新型態的風險往往係伴隨著新的科技發展而來，但科技的風險對於健康影響之效應與結果，乃至於對其應有的妥善管控制度體系，經常是在某特定科技被廣泛利用一段時日後，才逐漸被確立。其過程主要乃是透過錯誤之嘗試與修正模式（trial and error），亦即藉由大量受害者之浮現而引發相關研究（例如流行病學或毒物學）之展開，並進而在有相關的因果關係說明被提出後，以逐步確立特定科技應用的危害性以及管制之必要性。換言之，科技應用之管制與相關健康利益之保障，傳統上係建立在人類經驗的基礎之上。舉例而言，醫療上廣泛被利用之X光射線，係德國科學家倫琴（Wilhelm Conrad Röntgen）於一八九五年首先發現，但由於其危害性於當時並未被得知，因此直到一九〇二年才有每日不得超過十雷得（約為每年三千侖目）的職業性防護標準之訂定。爾後，隨著其危害性愈加明確後，其防護標準亦被逐步嚴格化，例如依據我國相關法令即規定，輻射工作人員職業暴露之劑量限度，任何單一年內之有效劑量不得超過五十毫西弗（五侖目）³⁶。換言之，相較於百年之前的輻射線的防護標準已更為嚴格六百倍之多³⁷。以上的對於具危害性的科技應用之管制，事實上即與法

³⁵ Callies, aaO. (Fn. 23), S. 44.

³⁶ 游離輻射防護安全標準（94.12.30）第7條。

³⁷ 類似的實例，如DDT在1940年間被普遍應用於控制病媒蚊的蔓延，其發明者Paul Hermann Müller因此於1948年獲頒諾貝爾醫學獎。儘管DDT後來於1972年被禁用，然而距DDT開始被廣泛使用之時，已過了30年之久。又例如石綿昔

學上之警察法或行政秩序法的危險防禦理論（Gefahrenabwehr）不謀而合。

二、傳統行政秩序法之危險防禦理論

傳統之行政秩序法無論為維持社會秩序或保護公眾安全，乃至於環境保護，係以危險防禦為其核心思想。就危險防禦理論而言，任何物質之散逸，在被證實具有危險性之前，應該被視為無害，且此一基本立場同時亦被視為符合憲法保障人民一般行為自由的意旨³⁸。準此，縱使國家基於保障人民之目的，而欲透過國家強制性之公權力介入私人領域，其前提是必須有「危險防禦」的情況存在。儘管，國家任務當中除了對於既已發生之損害予以排除以及提供損害獲得回復之途徑（包括賠償與補償）之外，尚包括對於即將造成損害結果之危害（Gefährdung）採取預防性措施，以避免損害結果之發生，然而仍舊以危險存在為前提。而在此所謂危險或危害，我國學說³⁹亦多數承襲源自德國警察法理論的定義，亦即「依據一般經驗，在不受外力阻擾的歷程下，將明確地或可預見地造成損害、權利侵害或法益減損之一種狀態」；或係指「一種可預見的、客觀的以及即將的損害發生的可能性」⁴⁰。綜言之，即使為完善提供人民權利保障，國家公權力介入私領域的時間點，在實際上已多從實害既已發生之階段提前至實害可能發生之時點，且為了有效地確保安全，在學說上亦承認，在

日被廣泛用到建築、紡織、鍋爐熱、煞車來令等不下二千種用途，然而直至才因為石棉被證實為導致肺癌、間皮細胞瘤、胸膜斑及石棉肺症等疾病之原因，才被美國立法禁止使用。

³⁸ Callies, aaO. (Fn. 23), S. 41.

³⁹ 程明修，行政法上之預防原則（Vorsorgeprinzip）——食品安全風險管理手段之擴張，月旦法學雜誌，第167期，2009年4月，頁130；林山田，刑法通論（上），增訂第6版，1997年9月，頁124；陳春生，德國核能電廠之設立許可程序及其安全性問題，載當代公法理論，翁岳生教授六秩誕辰祝壽論文集，1993年5月，頁484之註5。

⁴⁰ M. Kloepfer, Umweltrecht, 3. Aufl., 2004, § 4 Rn. 16; Spawasser/Engel/Voßkuhle, Umweltrecht, 2003, § 2 Rn. 15; Württenberger/Heckmann/Riggert, Polizeirecht in Baden-Württemberg, 5. Aufl., 2002, Rn. 411.

涉及重大法益之維護時，作為危險判斷基準的或然率要求可以採取較低的標準，然而沒有改變的是，仍必須以依據一般經驗可得知之危險存在作為前提⁴¹。

本文前述的奈米科技之應用所可能帶來的健康風險，由於大多屬於欠缺直接證據或尚未被充分證實，因此若從危險防禦理論傳統的內涵來看，現階段對於奈米科技相關的健康風險情狀的掌握，則尚屬無法適用危險防禦理論之階段。從而縱使奈米科技之應用在「理論上」是可能對於人體健康造成損害的，或是已有初步研究指出人體健康危害性係屬合理的懷疑，但仍無法從危險防禦理論獲得國家公權力介入的正當性。換言之，若從危險防禦理論的角度觀之，健康風險的合理懷疑與純粹的臆測，並沒有實質的差異性存在。

三、危險防禦理論在類似風險問題中遭遇之難題——非游離輻射為例

相較於奈米科技相關之健康風險預防議題，非游離輻射應用於日常生活當中有較長遠的歷史，也因此相關的健康風險預防議題，無論在政策面與法律面皆已累積一定深度的討論。尤其憲法層次當中有關不確定之健康風險預防與國家保護義務間之關係的探討，亦曾藉由非游離輻射的議題在德國法上獲得具體探討的機會，甚至德國聯邦憲法法院（BVerfG）於二〇〇二年以及歐洲人權法院（The European Convention on Human Rights, ECHR）二〇〇七年皆曾對於國家在非游離輻射方面的健康風險預防義務，闡述過一定之立場。此方面的相關論述，對於同樣具有不確定科技健康風險類似性質的奈米科技運用，應有一定程度之參考價值。

（一）非游離輻射及其相關健康風險之研究狀況

類似前開的尚未被科學充分證實的不確定科技健康風險亦發生在其他新興科技之應用，亦即非游離輻射（Non-ionizing Radiation）的

⁴¹ Götz, Allgemeines Polizei- und Ordnungsrecht, 13. Aufl., 2001, Rn. 142 ff.

應用。尤其是近十年以來於新聞輿論備受矚目與廣泛討論的行動電話以及基地台議題，即屬「射頻」⁴²，其廣泛地被運用在各種類型之行動通訊系統（GSM、GPRS、UMTS、WLAN）、無線射頻辨識系統（RFID）、手機本身以及廣播電視、手機發射站等，普遍存在吾人生活空間，也因此大大提高了民眾在日常生活中暴露於此類電磁輻射的機率。電磁輻射對於人體健康的影響，大致上可區分為「熱效應」（thermal effects）與「非熱效應」（non-thermal effects）兩類。前者簡單而言，即如一般家用微波爐的作用，就是將物體加溫的效果。爲了避免人體受到過多劑量的電磁輻射而產生「熱效應」的危害，我國行政院環境保護署（以下簡稱「環保署」）即採用「國際非游離輻射防護委員會」（ICNIRP）於一九九八年即提出防護建議值⁴³，而於九十年一月十二日公告了所謂「非職業場所之一般民眾於環境中暴露各頻段非游離輻射之建議值」，其主要之建議值爲「60Hz之家電用品產生電磁波的建議安全值爲八三三毫高斯，行動電話基地台產生電磁波之建議值：900MHz爲0.45毫瓦／平方公分，1,800MHz爲0.9毫瓦／平方公分」。儘管該建議值並沒有制訂違反之法律效果，但由於一般非游離輻射的環境值基本上皆在此一建議值範圍之內，因此一般而言，此一針對熱效應防護所制訂之建議值並無太大爭議。但是另一方面，對於電磁輻射之非熱效應是否亦應另外訂定較嚴格的建議值加以防護，則屬眾訟盈庭之爭議問題⁴⁴。

⁴² 為radio frequency的縮寫，其頻率為100 kHz至300 GHz。

⁴³ 90年1月12日環署空字第3219號公告。

⁴⁴ 德國法在此方面之討論較早例如U. Di Fabio, Rechtsfragen zu unerkannten Gesundheitsrisiken elektromagnetischer Felder, DÖV 1995, S. 1 ff.; Ossenbühl/Di Fabio, Rechtliche Kontrolle ortsfester Mobilfunkanlagen, 1995. 又例如德國在環境法與科技法方面著名的研究中心IUTR，於1996年12月時即以「電磁場之健康風險」（Gesundheitsrisiken elektromagnetischer Felder）為題，舉行為期兩天的法學研討會，研討會論文集“Gesundheitsrisiken elektromagnetischer Felder, Schriftenreihe des Instituts für Umwelt- und Technikrecht der Universität Trier Bd. 42 (1998) Tagung des Instituts für Umwelt- und Technikrecht der Universität Trier am 10. Und 11. Dezember 1996”。相較於此，非游離輻射作為健康風險預防的

所謂「非熱效應」簡單而言是一種人體的生物效應（Biological Effects）或是健康影響，相關研究指出非游離輻射縱使在未到達產生熱效應的電流或磁場強度時，但其電磁輻射仍有可能對於細胞的新陳代謝、腦波或神經反應產生影響。部分研究推論，電磁場在活體組織當中會對於細胞內部或與外部的訊息處理程序產生影響，主要乃是因為人體對於電磁輻射所伴隨的訊息基本上會透過神經系統進行傳導作用，以及透過腦部予以處理。然而儘管現在生活環境當中，各種類型電磁輻射已是無所不在，卻未必所有人皆會產生「非熱效應」的生物效應或一定的感知，因此部分研究認為非熱效可能僅僅好發於部分具備特定體質的民眾⁴⁵。相關研究進一步指出「非熱效應」可能出現在前述之「射頻」以及「極低頻」（ELF）⁴⁶的電磁輻射場合⁴⁷。經常被提出之症狀例如偏頭痛、頭痛、失眠、注意力不易集中、心律不整或是耳鳴。

國際癌症研究所（IARC）與國際非游離輻射防護委員會（ICNIRP）即曾在其於二〇〇二年所發表的專刊「人類可能的致癌物質」（possibly carcinogenic to humans）當中表示，「孩童暴露在住宅磁場大於0.3~0.4 μ T以上的ELF環境，會增加二倍小兒白血病的機率」，並將ELF定義為2B等級的致癌物，類似的內容也曾被WHO於同

議題，在我國向來多見於新聞報導中之紛擾，似未受到法學研究的重視。王毓正，手機基地台之資訊公開是洪水猛獸還是風險溝通機制？離電磁輻射公害電子報，第20期，2009年3月31日，http://tepca.blogspot.com/2009/03/blog-post_2788.html，造訪日期：2009年10月25日。

⁴⁵ 德國學者將其稱之為「窗戶效應」（Fenstereffekte），L. v. Klitzing, Wirkung elektrischer, magnetischer und electromagnetischer Felder auf den Menschen, unter besonderer Berücksichtigung athermischer Effekte, Gutachten 1992.

⁴⁶ 亦即extremely low frequency的縮寫，其頻率為0至300Hz，一般應用於交流電的家用電器產品場合。

⁴⁷ De Pomerai, et al., *Nonthermal heat-shock response to microwaves*, Nature 405, 417-18 (2000). Basset, C.A.L.: *Fundamental and practical Aspects of therapeutic use of pulsed magnetic fields*, CRIT. REV. BIOMED, Engin 17, 451-529 (1989).

年正式發布過⁴⁸。然而，若論及民眾與輿論較關心的手機與基地台——亦即射頻——的健康風險問題，WHO的立場則較趨於保留，例如其在第304號文件（Fact sheet N304）當中即指出「鑑於（射頻）的暴露程度很低以及到目前為止所蒐集的的研究結果，並沒有令人信服的科學證據足以說明，從基地台或無線網路發射的微弱射頻信號會對於健康產生不良影響」⁴⁹。然而，另一方面自從德國醫學家Erwin Schliephake在其一九三二年的著作中提出所謂「無線電波症狀」（Radiowellen-Syndrom）以來，即有為數不少有關高頻（射頻）暴露與功能性疾病關聯性的研究發表。此外，亦不乏有若干研究從病理生理學（Pathophysiology）的角度，提出解說模型對於電磁輻射非游離輻射之於人體器官調節機制加以說明⁵⁰。鑑於射頻與健康影響間之關聯性不明確，德國二〇〇二年起即由該國之環境部（BMU）與電磁輻射防護署（BFS）將一千七百萬歐元之預算投入一項為六年的手機電磁輻射研究計畫（DMF）⁵¹，研究報告當中亦表示，對於目前欠缺充分科學證據的情形，並不應該視為「非熱效應影響不存在的證據」（als Beleg für die Nichtexistenz athermischer Wirkungen）⁵²。

⁴⁸ “a two-fold increase in childhood leukemia associated with average exposure to residential power- frequency magnetic field above 0.3 to 0.4 μ T”, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs322/en/index.html> (last visited: 2009.10.25). 該份WHO 322號文件（Fact sheet N322）中文版之譯文，請參閱環保署網頁http://ivy1.epa.gov.tw/NonIonized_NET/InternationalDetail.aspx?Record_No=311，造訪日期：2009年10月25日。

⁴⁹ “Considering the very low exposure levels and research results collected to date, there is no convincing scientific evidence that the weak RF signals from base stations and wireless networks cause adverse health effects”, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs304/en/index.html> (last visited: 2009.10.25).

⁵⁰ 德國醫學學者Karl Hecht即對相關研究進行廣泛的研究整理，K. Hecht, *Wissenschaftliche Tatsachen aus der internationalen Forschung zur biologischen Wirkung von Hochfrequenzstrahlen auf den Menschen und zum Radiofrequenz-(Mikrowellen-) Syndrom*, 2008.

⁵¹ 官方網頁請參閱http://www.bfs.de/de/elektro/forsch_mobil.html，造訪日期：2009年3月9日。

⁵² A.D. Kappos, *Das Mobilfunk-Risiko aus ärztlicher Sicht*, in: *Technikfolgenab-*

此外，電磁場對人體在不同頻段下所產生的影響不盡相同，就涉及行動電話的高頻而言時（以1.8 GHz為例）電磁場對人體的穿透性較強，因此必須考慮電磁能量在人體內的吸收效應，此又稱為「電磁能量特定比例吸收率」SAR（Specific Absorption Rate），其定義為單位組織質量在單位時間內所吸收增加的功率，其單位為W/kg。此類高頻電磁能量在人體內亦可能產生生物效應，一九八四年學者Elder和Cahill的研究指出，人體暴露在SAR值為10W/kg下的可能生物效應，包含人類行為是否異常、對中樞神經系統、血液或免疫系統、賀爾蒙、藥物吸收排斥、染色體異變、神經傳導、生殖、醫療化學物、心臟血管系統的影響⁵³。因此SAR值是一個重要的人體電磁安全參考保護值，世界各國均定有SAR值的安全範圍，例如美國ANSI/IEEE的規範為1克人體組織器官受到30分鐘的電磁輻射SAR值不可超過1.6 W/kg，而歐洲規範10克人體組織器官受到10分鐘的電磁輻射SAR值不可超過2.0W/kg。而臺灣目前即是採取與歐規同樣的標準⁵⁴。然而，鑑於兒童的頭蓋骨發育尚為完全，是否應該另外制訂較嚴格的SAR值，或是應該根本禁止一定年齡以下的青少年或兒童禁止使用手機，亦屬爭議問題⁵⁵。

透過以上說明，可以發現有關非游離輻射之非熱效應是否有可能

schätzung – Theorie und Praxis, Nr. 3, 17. Jahrgang - 12. 2008, S. 31.
<http://www.itas.fzk.de/tatup/083/tatup083.pdf> (last visited: 2009.03.09).

⁵³ Cahill Elder, eds., *Biological effects of radiofrequency radiation*, US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY: EPA-600/8-83-026 (1984). 中文文獻介紹亦請參閱陳興義，手機對人體健康之探討與規範，http://web2.yzu.edu.tw/top_unv/epapers/No004/08.html，造訪日期：2009年10月25日。

⁵⁴ 王毓正，手機網內免費，卡免驚！？——從德國政府之兒童手機政策談科技風險認知（risk perception），遠離電磁輻射公害電子報，第24期，2009年7月29日，http://tepcablogspot.com/2009/07/blog-post_28.html，造訪日期：2009年10月25日。

⁵⁵ 例如今年10月間法國將基於健康上的因素，擬立法禁止學童在學校使用行動電話並亦禁止行動電話業者以14歲以下兒童做為廣告之訴求對象，然而亦有學者認為並無此必要。<http://www.sueddeutsche.de/jobkarriere/897/490276/text/>，造訪日期：2009年10月25日。

造成人體的健康風險，此一問題並非僅是純粹臆測，事實上部分研究已指出高劑量或近距離的ELF暴露對於孩童仍有提高致癌的風險⁵⁶，同時國際癌症研究所（IARC）亦於二〇〇二年已將ELF定義屬2B等級的致癌物（同一等級者尚有鉛、三氯甲烷及咖啡等），此外針對射頻部分多數國家亦已制訂或遵守一定的SAR值之安全參考保護值。但另一方面由於相關研究欠缺重現性（reproducibility），此外影響機制以及劑量與效應關係（dose-effect relationship）亦尚未能被清楚地說明⁵⁷，因此正如2B等級致癌性的意義所指出，其無論如何尚處於「有限的流行病學證據，加上有限的或不足的動物證據」（limited epidemiological evidence plus limited or inadequate animal evidence）階段。基於前述之情形，非游離輻射的健康風險性質就目前的研究結論階段而言，的確尚未能符合傳統法學中所稱之「危險」概念，但卻也不能即將其認定為「安全」，倘若從此領域的健康風險問題已具備「科學理論上可信的理由所建立之初始懷疑」而言，與其說欠缺一個正面證據充分說明其具有危害性，倒不如說，也欠缺一個正面證據說明其完全不具危害性，或完全排除其開之合理的初始懷疑。換言之，非游離輻射的健康風險問題在現階段即是表現出「non liquet」的處境。

（二）「非熱效應」之健康風險預防上的官方立場

WHO在前開的322號文件當中，基於論證方法的認知差異，對於ELF的長時間暴露是否會提高小兒白血病（Childhood Leukemia）抱存著質疑的立場，因此亦不支持另外針對於非熱效應的風險，制訂一個絕對式的極限值。儘管如此，WHO亦表示，就長期效應而言，ELF的暴露與小兒白血病間的關聯性證據仍屬薄弱，且減少暴露對於健康的

⁵⁶ Greenland et al., *A Pooled Analysis of Magnetic Fields, Wire Codes, and Childhood Leukemia*, EPIDEMIOLOGY 624-34 (2000); Ahlbom et al., *A Pooled Analysis of Magnetic Fields and Childhood Leukemia*, 83(5) BRITISH JOURNAL OF CANCER 692-98 (2000).

⁵⁷ A. Wahlfels, *Mobilfunkanlagen zwischen Rechtsstreit, Vorsorge und Selbstverpflichtung*, NVwZ 2003, S. 653.

益處亦屬不明確⁵⁸，但對於國際間處理此一不確定科技風險的策略，仍提出三大具積極性的建議方向⁵⁹：

1. 政府和業者應透過監控科技與促進相關研究計畫，以進一步降低ELF暴露對於健康影響方面科學證據的不確定性。在ELF的風險評估程序中，已可發現此方面存有知識上之空白，並可成為日後研究議程的基礎。

2. 會員國應建立有效且開放性的溝通機制，俾使所有利害關係人能獲知決策之形成。此一溝通機制對於業者、地方政府以及民眾在ELF電磁場發射設施之規劃過程中的協調與諮詢，應能有所助益。

3. 當建造新的設備及設計新的裝置時，在低花費允許下，應研發如何減低暴露量。適當的暴露量降低措施係因國家而異，然而，採用絕對的低暴露量極限值，是沒有正當理由的。

在歐盟方面，為了有助於歐盟成員國能對於電磁輻射相關之風險評估與管理形成共識，歐洲理事會（European Council）即提出一份有關「應限制人民暴露於電磁輻射（0 Hz -300 GHz）建議書」的官方報告⁶⁰，當中主要仍接納ICNIRP於一九九八年即提出防護建議值，但基於重視此方面健康風險的不確定性，亦如同WHO所建議一般，特別強調「監控電磁輻射」、「與民眾溝通」以及「國家獎勵相關研究」三大行動策略。

多數歐盟國家對於非游離輻射之應用，特別是基地台之設置與手機之使用，在風險未必充分說明前並不直接將其視為安全，相反地，

⁵⁸ “Regarding long-term effects, given the weakness of the evidence for a link between exposure to ELF magnetic fields and childhood leukaemia, the benefits of exposure reduction on health are unclear”, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs322/en/index.html> (last visited: 2009.03.05).

⁵⁹ 以下內容係筆者直接翻譯自Fact sheet N322原文，因在內容認知上存有差距，故與環保署之中文譯文有部分不同。

⁶⁰ Report from the Commission on the application of Council Recommendation of 12 July 1999 (1999/519/EC) on the limitation of the exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz), http://ec.europa.eu/health/ph_risk/documents/risk_rd03_en.pdf (last visited: 2009.03.20).

仍認為須重視相關的健康風險預防的問題，並建議應減少非游離輻射的暴露。但是在透過立法採取強制性的管制手段方面，主要乃礙於其健康危害性尚未充分被證實，故仍趨於保守，以致於到目前為止，多數國家未針對為避免非熱效應之傷害而訂定較嚴格的電磁輻射暴露建議值。例如儘管德國學術團體「電磁輻射防護專家委員會」（SSK）於二〇〇六年時提出建議，「家長該對於學齡前的幼童使用手機的情形抱持特別謹慎的態度，兒童年紀愈小，就應該更嚴格避免使其受到過多的電磁輻射暴露」⁶¹，但德國公部門至今仍採取溫和的資訊性行段，例如公開基地台位置與相關數據⁶²以及手機SAR值等，而未制訂較嚴格暴露建議值。

然而值得注意的是，目前為止並非沒有例外情形，例如鑑於ICNIRP的建議值僅係針對「非職業場所」所制訂，瑞士主管機關另針對民眾較長時間停留的場所（OMEN）訂定嚴格十倍的管制標準，此些場所例如住宅區、學校、醫院或是兒童遊憩場所等，其目的乃係為確保長時間停留一處所之人，免於受到過多的電磁輻射暴露。類似較嚴格的管制標準亦可見於義大利，另外瑞典則僅有官方較嚴格的建議值，但未被法制化⁶³。在法國目前則已出現較為強烈性法律手段的提議，二〇〇九年十月間法國參議院基於健康上的因素，通過決議擬立法禁止學童在學校使用行動電話，並亦禁止行動電話業者以十四歲以下兒童做為廣告之訴求對象⁶⁴，至於該禁令是否能生效，仍取決於國

⁶¹ SSK, Mobilfunk und Kinder – Strahlenschutzkommission und wissenschaftliche Begründung, 2006, <http://www.ssk.de/werke/volltext/2006/ssk0619.pdf> (last visited: 2009.03.09).

⁶² 亦即“EMF-Datenbank”的建構，該資料庫網址為<http://emf.bundesnetzagentur.de/gisinternet/index.aspx?User=1000&Lang=de>。英國與法國亦有類似資料庫之建構，前者<http://www.sitefinder.ofcom.org.uk/>；後者為<http://www.cartoradio.fr/netenmap.php?cmd=zoomfull&mode=>，造訪日期：2009年3月9日。

⁶³ 相關介紹 <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Wirtschaft/elekkommunikation-und-Post/mobilfunk,did=38446.html>，造訪日期：2009年3月5日。

⁶⁴ <http://www.sueddeutsche.de/jobkarriere/897/490276/text/>，造訪日期：2009年10月25日。

民議會進一步的表決，但此一法律手段之必要性在輿論間存有爭議。

我國官方對於非游離輻射的管制立場，亦隨著其權責涉及眾多部門，而出現個別部門之間在立場說明上似乎有所分歧。目前若就通訊相關之非游離輻射管制而言，所涉及之權責機關大致上有環保署（非游離輻射對環境影響及監測）、行政院衛生署（非游離輻射對人體健康之對策）以及國家通訊傳播委員會（以下簡稱「通傳會」）（通訊傳播相關之非游離輻射設備營運的監督管理）。環保署除了完整地對於國際間各國的非游離輻射管制現狀予以掌握之外⁶⁵，於管制策略方面，即如前所述，仍僅堅持如多數國家一般，僅針對「熱效應」予以防制並參考ICNIRP之研究結論制訂建議值；至於「非熱效應」方面，則仍舊停留在「研擬」仿效瑞士與義大利採取減緩影響的預警值及預警措施之階段⁶⁶。至於衛生署在此議題方面，目前基本上僅是作為衛教資訊傳遞者的角色，依據其所製作的「漫談電磁波手冊」所述之內容，其表示非游離輻射對人體影響十分微小⁶⁷，但仍提出若干使用相關設備上之建議，例如：考量兒童的腦部及身體正在發展階段，建議家長盡量減少讓兒童使用手機的機會，若真的有需要，也要教育兒童盡可能長話短說，減少不必要的暴露機會；建議長話短說，盡量縮短通話時間；以免持聽筒、耳機來代替直接接觸機身；手機訊號微弱的地方，不但費電且手機放射的電磁波有較強，應避免使用。

作為通訊傳播事業營運之監督管理及證照核發的主管機關——通傳會，其業務包含有通訊傳播監理政策之訂定與法令之擬訂，以及資

⁶⁵ 請參閱http://ivy1.epa.gov.tw/nonionized_net/EME/situation.aspx，造訪日期：2009年12月5日。

⁶⁶ 環保署簡報資料，98年度環境電磁波管理及技術研討會，財團法人電信技術中心，2009年5月22日。

⁶⁷ 就此而言，個人以為有簡化論述之嫌。事實上儘管WHO針對短期間及低強度ELF之情形表示，應不至於存有健康上之爭議，但對於長期間與高強度的暴露情形，卻認為健康風險仍不明確。衛生署直接將其稱為「對人體影響十分微小」，似乎容易產生誤導之嫌。

通安全之技術規範及管制等⁶⁸，基於此，似亦應對於與通訊相關之非游離輻射技術應用相關的健康風險預防予以關切，並對於可能存在的健康風險予以正視。然而，至目前為止，通傳會似乎仍一貫地執著於「基地台電磁波無害」的立場⁶⁹。然倘若真如此無害，為何衛生署又要建議應盡量減少暴露？惟另一方面，通傳會於其業務簡報當中表示，未來參照德國藍天使標章，建立業者自願申請之標章制度⁷⁰，立法規定業者於手機本體、外包裝及使用說明書上應標示SAR值及電磁波警語、無線電台不得設置於各公、私立高中（職）以下學校用地⁷¹。

國家對於非游離輻射應用之管制上，是否應針對非熱效應之健康影響予以考量，甚至採取公權力措施——包括柔性的資訊提供或業者自願性標章，乃至許可保留，此一問題可進一步導回本文所提出的疑問，亦即，當非游離輻射之非熱效應方面的健康風險疑慮並非僅是純粹性之臆測，但由於欠缺科學充分的證據而無法跨越「危險門檻」（Gefahrenschwelle）時，是否即應該被如同純粹性之臆測等同視之？國家在此並不負有基本權的保護義務，從而縱無任何作為亦屬正當；或者是，已具有初步合理懷疑的健康風險在一定的條件下，在危險與純粹性之臆測兩極當中仍有一定的空間，其於憲法上之評價縱非能與危險等量齊觀，但亦非即與純粹性之臆測獲得相同的評價。在此方面，相對於我國法上探討之闕如，在德國法上無論是司法實務與學理

⁶⁸ 國家通訊傳播委員會組織法第3條。

⁶⁹ 通傳會新聞稿「NCC實地走訪苗栗縣宣導基地台電磁波無害正確觀念」，http://www.ncc.gov.tw/chinese/print.aspx?table_name=news&site_content_sn=8&sn_f=11093，造訪日期：2009年6月30日。

⁷⁰ 所謂「藍天使」（Der Blaue Engel）乃是德國官方所推動的環保標章，同時也是世界上最早（1978）與歷史最悠久的環保標章，其目的在於透過標章之授與使相關產品與服務能取得市場優勢，進而間接促進產品與服務的環境化設計與製造，然而標章之申請仍是由業者自由決定。「藍天使」為各種產品建立不同的審核項目，就手機而言則必須符合：1. SAR值不超過0.6W/kg，2. 電池不含鉛的成分，3. 手機本身不含鉛、鎘以及等PBBs與PBDEs有害耐燃劑。

⁷¹ 國家通訊傳播委員會四週年會慶座談會，業務簡報手冊，2010年3月1日，頁43、51、73。

上皆已有相當程度之論述，其不僅作為目前德國學界在處理奈米科技應用之健康風險議題時之參考⁷²，對於憲法理論相似之我國而言，亦有一定之學理補充價值。

(三)非游離輻射之健康風險預防問題於德國法與歐盟法院之討論

我國對於非游離輻射應用較採取質疑立場者，通常係透過抗爭或訴諸媒體等手段表達其訴求，然相對於此，在德國除了民眾抗爭路線之外，自九十年代起相關之法律爭議問題則逐漸成為司法爭訟之標的⁷³，近來較新的爭訟案件則是德國聯邦憲法法院於二〇〇二年二月二十八日作成的裁決⁷⁴而此一裁決又進一步促成歐洲人權法院第二次針對電磁輻射爭議作成裁判。再者，就不確定科技風險而論，國家是否負有基本權利的保護義務？在德國學界亦有正反不同意見，這些意見當中亦有部分係涉及到對於前開德國聯邦憲法法院立場的批判。

1. 德國聯邦憲法法院裁決

本案聲請人主張其因為住家約二十公尺外設置一座手機基地台，而蒙受健康嚴重的損害，並認為德國聯邦政府依據ICNIRP於一九九八年之防護建議值，所制訂的第二十六號聯邦公害防制命令（26. BImSchV）無法提供足夠的健康保護，係違反基本權第二條第二項（生命與身體不受侵犯之保護）之保護義務遂提起訴訟，於二〇〇一年分別經Koblenz行政法院與Rheinland-Pfalz邦高等行政法院（OVG）駁回之後當事人進一步提起憲法訴訟，但仍被聯邦憲法法院以「僅屬假設性危害風險（rein hypothetische Schädigungsrisiken）而非具體的健康危害」為由，認為訴訟提起不合法而裁定不受理。深究其理由，則主要有三點：

(1)為了防護與電磁輻射相關之已獲證實的危險，第二十六號聯邦

⁷² Callies, aaO. (Fn. 23), S. 21 ff.

⁷³ 相關介紹，請參閱Wahlfels, aaO. (Fn. 57), S. 656 ff.

⁷⁴ BVerfG, Bschr. v. 28.2.2002 – 1 BvR 1676/02, NuR 2002, S. 674.

公害防制命令已訂有一個極限值，且該極限值具有法強制性。至於電磁輻射在未逾越此極限值時，是否仍有可能造成人體健康之損害，此乃是許多國家以及國際性專業學術委員會多年來研究的課題。而就德國而言，環保署所屬的輻射防護委員會亦已結合了包括醫學、免疫生物學、物理以及流行病學等領域之專家組成一個工作小組研究此一問題。此外聯邦政府對於以電磁輻射與健康風險影響為主題的研究計畫亦提供有獎勵補助。

(2) 高等行政法院認為從基本法第二條第二項第一句的規定無法導出以下的國家義務，亦即在尚欠缺可靠的科學證據以說明前開之健康危害影響之前，對於現行的管制極限值進行更嚴格的修正。就高等行政法院此一見解而言，與憲法上之要求並無牴觸。易言之，國家並沒有對於純粹臆測的危害（*rein hypothetische Gefährdungen*）採取預防措施的義務。只有在證實人體健康完全無法獲得充分的保護之情形時，現行極限值的維持才會因此受到憲法上的質疑⁷⁵。換言之，法院只能在以下的前提方能指摘行政命令制訂者違反法規修正義務，亦即從新的科學認識或已改變的事實狀態觀之，既有的健康保障之規範已明顯（*evident*）地無法符合憲法保障基本權要求的情形時⁷⁶。準此，從生命與健康基本權保障並無法導出法院負有如此的義務，亦即基於科學尚無法證實的事由去要求行政命令制訂者提高管制標準。也正因為人體健康無法完全免於受到公害的不良影響，因此在如前述般的不確定狀態下，是否應該由國家採取預防措施，此毋寧應是屬於政策決定。

(3) 高等行政法院係透過專家鑑定的方式，來作為判斷現行極限值

⁷⁵ 針對極低頻（ELF）的健康風險爭議，德國聯邦憲法法院在1997年2月17日的判決，亦曾表明過同樣的立場，相關介紹請參閱W. Köck, *Mobilfunk-sendeanlagen und grundrechtliche Schutzpflichten des Staates*, Anm. zu BVerfG v. 28.2.2002, ZUR 2002, S. 349.

⁷⁶ 此於德國法理上稱為「明證審查標準」（*Evidenzkontrollmaßstab*），Köck, aaO.

是否具備足夠的保護功能。而此專家鑑定係以現存具重要學術地位機構所認定之具體證據作為基礎，其亦正好與現行之極限值具有一致性的。因此高等行政法院的判斷方式，與健康權保障所推導出來之憲法上的國家義務，尚屬合致。此外，從權力分立的角度觀之，確保預防性措施之採取能符合科學認識的現狀，係屬行政命令制訂者的任務，而非司法權。同樣地，風險評估（*Risikoeinschätzung*）的任務分配上，亦應考量到兩種國家權力在功能上以及決策程序性質方面的差異。再加上考量目前各個研究報告，對於此一具高度複雜以及科學上無法說明清楚的危害狀況，仍尚無法獲得一個完整周延的概念，而另一方面，適當的風險評價（*Risikobewertung*）毋寧係以持續性的跨領域觀點以及透過廣泛研究的評價作為前提，向來以處理具體個案爭訟為主的訴訟證據調查並不具備此一前提要件。最後，只要此一具高度複雜的危害狀況在未來仍舊保持不確定的狀態，則健康權的保障應更適合維繫在行政權適當地透過專業知識地導入，以確保能及時地及適當地依據新的知識予以回應。

2. 歐洲人權法院裁決

截至目前為止，涉及電磁輻射爭議問題的歐洲人權法院裁決共有三件⁷⁷，而第二件即是前開不服德國聯邦憲法法院之裁決所提起之訴訟，其結果仍是遭歐洲人權法院駁回訴訟⁷⁸。其主要理由有三：

(1)在國家的決策過程當中若遇有性質如本案之問題，亦即涉及高度複雜性之環境保護與經濟政策的問題時，則必須適當地進行必需之調查與研究，以使立法者能夠在眾多具有衝突關係的利益當中，找到適當的平衡點。然而此並非意味著公部門只有在所有與待判斷之事項相關的資訊皆已完全掌握並考量後，才能作成決定。但針對此點而言，歐洲人權法院認為政府機關係有義務對於電磁輻射的問題領域積

⁷⁷ 第一件為Katharina Luginbühl v. Switzerland, No. 42756/02, 17.01.2006；第三件為Ruano Morcuende v. Spain, No. 75.287/01, 6.9.2005.

⁷⁸ Hans Gaida v. Deutschland No. 32.015/02, 3.7.2007.

極促進研究，此外亦應該定期檢視，是否必須將最新的知識現狀導入相關之法規範。

(2)然而對於國際間科技知識現狀之隨時觀察，以及對於電磁輻射健康風險進行評價，毋寧主要仍是作為法規命令制訂之行政權的任務。因此倘若沒有足夠說服力的證據顯示，行政權所採取之措施係屬不夠充分，則法院亦無義務進行證據調查。同樣地，亦不能因此即將證據調查聲請之駁回視為恣意。

(3)縱上所述，倘若沒有足夠的證據足以說明，未逾越現行標準值之電磁輻射將造成健康損害結果，則歐洲人權法院無法認定行政權已經逾越其判斷餘地。

3. 學說見解

對於涉及電磁輻射之健康風險時，能否從生命與健康基本權保障導出之保護義務，從而國家負有採取預防措施之憲法層次的義務，儘管針對此一問題之探討的法學文獻為數不多，但學者之間則有正反不同的立場。

(1) 否定說

就筆者所掌握之文獻，學界當中持否定立場似乎僅有一篇文章，亦即德國法學者Martin Nolte博士發表於二〇〇六年的「行動通訊設備領域中之國家責任」⁷⁹。其首先亦是重申，縱使目前在臨床醫學上有不少表示出現電磁輻射症狀的個案，但無論如何就非游離輻射與健康影響間的關聯性而言，不管是在質或量上，仍就欠缺可靠的資料與科學證據，在此情形下無法獲得一個損害發生的合理可能性，從而風險並不存在⁸⁰。

其退一步表示，儘管聯邦憲法法院承認在以下兩種情形時，國家亦有義務降低風險的程度：其一，國家以積極作為的方式共同參與風

⁷⁹ M. Nolte, Staatliche Verantwortung im Bereich von Mobilfunkanlagen, in: Vieweg (Hrsg.), Recht und Technik, 2006, S. 255 ff.

⁸⁰ Nolte, aaO., S. 274-275.

險的形成⁸¹；其二，當牽涉其中的利害關係人為數眾多或甚至不可細數，或是涉及事實上無法迴避或具不可逆轉性的健康損害時，則對於向來作為認定風險的門檻即有降低的必要⁸²。然而另一方面，Nolte認為目前的手機基地台之設置乃是八十年代德國緩和管制政策（Deregulierungspolitik）之後的產物，換言之，多數乃為民間事業所設置，因此前述第一種情形並不存在。其次，氏以為手機基地台周邊居民的數目係屬有限而非為數眾多，而且行動通訊設備技術在性質上不能與核能利用或基因科技相比擬，所以也沒有涉及事實上無法迴避或具不可逆轉性的健康損害之問題。因此就結論而言，所謂非游離輻射相關的健康風險僅是純粹假設性的危害，而國家並沒有義務對此採取預防措施，從而國家對於非游離輻射之非熱效應問題，並不負有基本權利之國家保護義務⁸³。

(2)肯定說

持肯定說之法學論述，較早期可以時任Hamburg憲法法院首席法官的Ulrich Ramsauer博士發表於一九九八年的文章為代表。最晚近的學界討論主要係針對德國聯邦憲法法院裁定的迴響，亦即針對本文前述二〇〇二年的德國聯邦憲法法院對於基地台訴訟所作出之裁定，例如德國Leipzig大學環境法學教授Wolfgang Köck率先提出批判，之後另有Freiburg大學環境法學教授Dietrich Murswiek亦對於前開聯邦憲法法院裁定予以回應。由於三位學者的主要論述內容皆緊扣在憲法層次的探討，因此有深入介紹之必要。

A. Ulrich Ramsauer

德國學界第一次以電磁輻射與健康風險為主題的學術研討會，應首推特里爾（Trier）大學附設之環境法與科技法研究中心IUTR於一九

⁸¹ BVerfGE 53, 30 (58).

⁸² Nolte, aaO. (Fn. 79), S. 275. 亦請見Ossenbühl/Di Fabio, aaO. (Fn. 44), S. 53. 然而值得注意的是，在Nolte的認知下，危險（Gefahr）與風險（Risiko）是沒區別的概念。

⁸³ Nolte, aaO. (Fn. 79), S. 275.

九六年十二月以「電磁場之健康風險」(Gesundheitsrisiken elektromagnetischer Felder)為題舉行之法學研討會⁸⁴。研討會當中時任Hamburg憲法法院首席法官的Ulrich Ramsauer博士即發表了一篇以「電磁輻射風險相關之現階段法學發展」為題的文章⁸⁵。氏首先認知到與電磁輻射之非熱效應相關的健康風險問題，係呈現一種non liquet的狀況⁸⁶。對於此一不確定的狀況，應該如何採取風險預防的調控手段，Ramsauer提出在行政管制上可以採取舉證倒置的建議。

儘管基本法第二條第一項所保障之一般行為自由隱含著以下的內涵，亦即一特定行為若是被視為不具危險性的話，則自然無庸再對於其行為是否危險為舉證。由於所謂不具危險性係透過經驗性的知識基礎所認定，因此有疑問的是，當某新穎科技之應用欠缺充分的實驗性或流行病學的證據與經驗時，則向來的舉證責任分配法則是否仍能完全適用，似不無疑問。此處涉及的問題是，誰應該對於新穎科技應用之無害性負舉證責任，反言之，肇因於判斷危害性所必要的經驗欠缺而產生的負擔，究應歸由公眾或是技術引進者來承擔？對於此一問題，Ramsauer原則上傾向於後者，亦即應由技術引進者承擔舉證的責任，至於在理由上則嘗試從「事物關聯」(Sachnähe)、「產品責任法之義務地位」(Haftungsrechtliche Pflichtenlage)以及「基本法第二條第二項之保護義務」等三方面提出說明⁸⁷：

a. 事物關聯

所謂事物關聯說，學說上又另稱為「支配領域理論」

⁸⁴ 研討會論文集“Gesundheitsrisiken elektromagnetischer Felder, Schriftenreihe des Instituts für Umwelt- und Technikrecht der Universität Trier Bd. 42 (1998). Tagung des Instituts für Umwelt- und Technikrecht der Universität Trier am 10. und 11. Dezember 1996”.

⁸⁵ Ramsauer, Aktuelle Rechtsentwicklungen zu Risiken elektromagnetischer Strahlungen, in: aaO, S. 71 ff.

⁸⁶ Ramsauer, aaO., S. 88.

⁸⁷ Ramsauer, aaO. (Fn. 85), S. 90-92.

(Sphärentheorie)⁸⁸，其意涵係指，當依據現存的經驗法則無法對新穎技術與設施是否具危害性充分評估時，則新穎技術引進者或相關設施設置者，必須對於技術或設施不具有危害性負舉證責任。尤其當新穎技術被普遍應用到民眾生活領域中時，則國家即有義務保護公眾不會因新穎技術之應用而受到傷害，然而國家卻未必有能力對於技術相關的所有風險進行研究，若要求國家相關之研究必須隨時與私人科技發展並駕齊驅，亦是不合理的要求。再者，新穎技術往往亦因為受到營業秘密保障之故，第三人一般亦難以得知其相關流程與細節，更無庸論及如何能對於危害性進行評估與研究。反之，技術引進者卻較能輕易地即對於其技術之危害性進行評估，蓋與其技術相關的種種影響機制或關聯性往往是技術引進者最為熟稔，因此由最靠近技術引進端之人負責證明技術之害性，係屬合理。

b. 產品責任法之義務地位

新穎技術應用之成果若成為上市之產品，則製造者為了避免日後產品導致消費者之損害，進而必須承擔賠償責任，往往會透過產品影響之研究設法降低或避免責任風險。然而產品完全安全或完全沒有損害發生可能性方能上市，事實上係屬不可能，因此技術引進者毋寧只須符合一般交易上合理期待的安全性要求採取預防措施即足。然倘若危害性存有爭議，且當時情狀亦指出相關研究不足夠或仍存有知識上之漏洞，以致尚無法做出充分確實的判斷時，則產品製造者或營運者即不能僅以部分持安全無虞立場之專家意見，作為免除舉證的基礎⁸⁹。

c. 基本法第二條第二項之保護義務

當新穎科技之引進的同時，其危害潛在性無法依據現存在經驗予以評估時，國家亦不能僅是不作為，或是等待必要的經驗自行出現之後再決定是否行為。依據基本法第二條第二項對於生存權與身體不受

⁸⁸ M. Nierhaus, Beweismaß und Beweislastuntersuchungsgrundsatz und Beteiligtenmitwirkung im Verwaltungsprozeß, 1989, S. 430.

⁸⁹ 此方面較詳細的論述亦請參閱Roßnagel/Neuser, Die rechtliche Regulierung des Elektrosogs, UPR1993, S. 406 f.

侵犯之保護，國家有義務對於人民生存提供保護以及予以促進（schützend und fördernd），此亦是聯邦憲法法院向來對於基本法第二條第二項之理解。準此，該義務應包括身體不受侵犯的保護，以及身體機能不受到來自於電磁輻射的危害。從此一觀點亦可進一步導出舉證責任分配的法則，亦即，基於保護義務之要求，立法者在舉證責任分配之設計上，應該考慮到如何使生命與身體不受侵犯之充分保護有事實上之可能性。氏更進一步指出，擬設置或營運電磁輻射設備之人，應該承擔無法對於電磁輻射無害性提出說明的風險，然而此舉證倒置之應用並非無邊無際，而是存在有合理的懷疑，技術引進者亦無須對於無害性之證明加以窮舉，而是只須對於合理懷疑提出反證即已足夠。

儘管Ramsauer所提出之舉證責任倒置的構想，亦曾經在早期若干相關訴訟當中獲得考量⁹⁰，然而在一九九七年德國聯邦政府透過頒布第二十六號聯邦公害防制命令以制訂與ICNIRP一致的極限值之後，司法實務即一致性地遵從此一極限值，亦即電磁輻射只須符合官方之極限值即被認定已盡到法定義務。從而在此法規命令之下，已不再存有舉證責任倒置的空間。Ramsauer認為，欲推翻第二十六號聯邦公害防制命令所制訂之極限值必須要能明確指出其無效之處何在。然而當立法者採取極限值的規範模式，為電磁輻射引進者或營運者劃定一個無庸對於不具危害性再行舉證的合法活動空間時，不啻等同又將舉證責任拋回由公眾負擔。倘若由一般公眾負責舉證形同緣木求魚的話，則是否能符合基本法第二條第二項導出之保護義務對於立法者之要求，似不無疑問；然而Ramsauer在文章當中沒有明確提出說明。而更進一步的討論，則是在二〇〇二年德國聯邦憲法法院對於基地台訴訟作出駁回裁定之後，再度被提出討論。

B. Wolfgang Köck

Köck針對於前開聯邦憲法法院之裁定發表一篇簡評。氏以為，此

⁹⁰ OVG Lüneburg, NVwZ 1994, S. 390; OVG Münster, NVwZ 1993, S. 1116.

一裁定意旨彷彿意味著，憲法之保護義務並不包括預防義務，同時亦將國家的保護政策視為不受司法審查，似不無可議之處。此外，氏亦批評此一裁決與聯邦憲法法院以往處理保護義務以及風險預防之爭議時的立場並不一致，其認為法院應該秉持一貫的立場，將Kalkar判決⁹¹以及其他類似案件中所建立之判斷標準、義務與審查內涵，以及相對應所創設之程序性的風險預防保護內涵等釋義學論述，亦適用在科技應用相關的環境與健康風險爭議問題之處理上，然而該裁決並非如此。

其次，氏針對憲法上之保護義務與不確定風險預防之關聯性提出看法，其直接肯認環境政策當中被視為首要原則的預防原則具有法律原則之地位，因此預防原則當中要求國家對於尚未充分證明的損害威脅亦必須採取風險預防的措施，乃係具有法律意義的要求。準此，預防原則即進一步可推導出擴張古典危險防禦的功能。此外，氏又進一步嘗試從禁止保護不足原則（Untermaßverbot）角度說明國家對於不確定的健康風險之保護義務。蓋基本權之保護義務既然課予國家有義務提供適當且有實效的權利保護，則自然包括亦應對於不確定的損害可能性採取預防措施，特別是在獲得確定性的判斷基礎之前僅單純地採取觀望的態度，係屬權利保護之要求所難以接受之情形。

⁹¹ 所謂Kalkar判決乃是德國聯邦憲法法院於1978年8月8日所作成之判決，其涉及核能和平使用與國家風險控制義務的爭議。該案乃是因為1972年德國Nordrhein-Westfalen邦之主管機關對於計畫設置在該邦Kalkar之「快滋生反應器核電廠」（Kernkraftwerk des Typs des sog. Schnellen Brütters）核發出第一張部分許可（Teilgenehmigung），而鄰近電廠預定地的農人即因此於1973年向Düsseldorf行政法院提起行政訴訟被駁回後，再向Münster高等行政法院提出上訴，而該法院認為德國原子能法（AtomG）可能有合憲與否上之疑義，故向聯邦憲法法院提請審查。此一判決之中譯本又將其稱為「快滋生反應器核電廠案判決」，請參見蔡宗珍譯，「快滋生反應器核電廠案」判決，載人性尊嚴與人格發展自由，德國聯邦憲法法院判決選輯（八），1999年6月，頁523-589；亦請參閱陳春生，德國核能電廠之設立許可程序極其安全性問題，載核能使用與法之規制，增訂版，1995年11月，頁34-36。BVerwGE 101, 347, 350 f; Kloepfer, aaO. (Fn. 40), § 3 Rn. 69 f.

然而Köck進一步補充，預防原則亦非意味著對於所有的尚未充分證明的損害威脅皆必然地須採取預防措施，畢竟部分風險僅係不具重要性的（irrelevant）風險或應被歸類為「剩餘風險」（Restrisiko）⁹²，而這些情形並不能被評價為「有預防必要性的擔憂潛在性」（vorsorgebedürftiges Besorgnispotenzial）或是具有「保護義務引發性」（schutzpflichtauslösend），從而國家對於此種情形亦沒有採取預防措施的義務。此外，縱使在有義務採取預防措施之情形，亦非必然得採取禁止的手段，或是訂定較嚴格的管制標準⁹³。

縱使當某一情狀在性質上被評價為「有預防必要性的擔憂潛在性」，亦即有必須預防之風險，但亦隨著損害可能性所涉及型態與影響程度不同，而在手段採取上呈現出多樣性。亦即從單純的風險資訊提供、對於特定行為進行風險監控、有目標性的風險資訊之取得或符合成本效益之風險降低措施的採取，乃至於特定行為之禁止。至於進一步作為判斷何種情狀時應採取何種類型之措施，則有以下參考標準：風險之類型、與可能受害之法益之間的距離、可能影響之範圍、可能受害之法益在憲法上之種類與位階⁹⁴。此外，Köck對於前開之判斷提出進一步補充，亦即應包括承受風險是否出於自願抑或由第三人強制加諸、是否可能導致大規模的損害結果與範圍、是否風險在時空上之條件有隨時被實現的可能性以及損害發生之預測可能性的高低等。至於在可能受害之法益的憲法位階方面，氏亦補充論述，當涉及健康危害時，應考量的因素不只是可能造成健康影響的嚴重程度，亦應該考量健康損害的回復可能性，亦即究係涉及暫時性健康損

⁹² 剩餘風險（Restrisiko）乃是前開德國Kalkar判決中所建立之概念，所謂剩餘風險係指因人類之認識能力有所侷限，即使竭盡所有危險防禦與風險預防之措施仍無法排除之風險，亦即所謂依「實踐理性」（praktische Vernunft）所無法掌握的不確定性。

⁹³ Köck, aaO. (Fn. 75), S. 351.

⁹⁴ 此亦是前開Kalkar判決以來，德國公法學界所接受之判斷標準。關於出處請參閱BVerfGE 49, 89, S. 142 – Kalkar.

害，抑或永久性健康損害⁹⁵。此方面的因素亦不能僅全稱式地予以考量，因為健康方面的因素，可能存有較為敏感的特定群體，其應受到特別的關照⁹⁶。

就電磁輻射的議題而言，Köck引用一九九八年在維也納所舉辦的相關議題研討會⁹⁷中的共識，以及德國所屬的電磁輻射防護委員會（SSK）於二〇〇一年提出之建議，說明非熱效應的可能性係受到普遍接受，而有爭議的是，目前被觀察的或被測量的生物效應在健康影響上是否具有重要的意義。然而就目前為止的研究而言，至少已存有科學性的指示（wissenschaftliche Hinweise）。再者，鑑於基地台等之設備隨著行動通訊網絡之普及已逐漸無所不在，因此多數民眾的健康將受到潛在的影響，故在性質上應屬於「有預防必要性的擔憂潛在性」（vorsorgebedürftiges Besorgnispotenzial）。

對於以上已具有科學性指示的資訊，國家不能僅是忽視而已，而是應該將其納入評價。倘若法規命令制訂者未對於此一資訊深入分析，則即已構成足以影響到規範內容的評價瑕疵（Bewertungsfehler）。更進一步地，依據Köck的立場，對於法規命令制訂者而言在此產生了一個程序性義務（prozedurale Pflichten），此一義務之履行不能僅止於將前開之科學性指示納入考量，而是尚包括必須給予正確的評

⁹⁵ Köck, aaO. (Fn. 75), S. 352.

⁹⁶ 就電磁輻射的議題而言，即有所謂「電磁輻射敏感症」（Electrical Hypersensitivity, EHS）的問題，亦即部分民眾主張其對於電磁輻射特別敏感，依據德國輻射防護主管機關「聯邦輻射防護署」（Bundesamt für Strahlenschutz, BfS）2008年的粗略估計，德國境內約有2500人每天過著窮盡方法讓自己免於受到手機基地台暴露的日子，例如睡於地下室或森林中的宿營車，或是廢棄的舊房屋中，Financial Times Deutschland v. 1.8.2008。儘管除了瑞典官方承認此類病症之外，多數國家之立場仍多認為未能明確證實，但例如德國預防醫學方面的看法即是嚴肅待之，無論如何患者的確存有病徵，只不過目前無法證實是否為電磁輻射所造成，請參閱Kappos, aaO. (Fn. 52), <http://www.its.fzk.de/tatup/083/tatup083.pdf>，造訪日期：2009年3月9日。

⁹⁷ Symposiums über biologische und gesundheitliche Auswirkungen hochfrequenter elektromagnetische Wellen vom 25.-28. Oktober 1998 in Wien.

價⁹⁸。至於在手段採取上，氏承認具有「保護義務引發性」的風險並非必然導出降低第二六號聯邦公害防制命令之極限值的義務，畢竟極限值的制訂仍是須以危險防禦理論以及充分證實的科學知識作為基礎。然而一方面確實存在著有預防必要性的風險，而另一方面爭議的釐清亦非短期間可以完成，因此如何透過技術性以及規劃性策略以減少電磁輻射的釋放量以及民眾的暴露量，即有其必要且手段亦屬合適。另外對於部分較為敏感的特定群體（例如幼稚園、中小學以及醫院），國家則負有程度較強的保護義務，例如可以透過課以相關業者承擔設置場址替代性評估之義務，以確保前開族群獲得妥善的保護。

基於以上所述，Köck即認為聯邦憲法法院在本案之立場過於消極，獨獨肯定第二六號聯邦公害防制命令之極限值的正當性，即未進一步積極對於國家在電磁輻射健康風險議題上的基本權保護義務多作闡述。儘管如此，然而就幾乎在聯邦憲法法院該裁定的同時，德國主管機關採取了類似Köck所建議的預防立場與措施，也因此彌補了聯邦憲法法院此一裁定所留下的遺憾。

C. Dietrich Murswiek

Freiburg大學環境法學教授Dietrich Murswiek在其發表於二〇〇五年之「環境法總論若干問題之探討」⁹⁹一文當中亦對於前開聯邦憲法法院之裁定進行評析並採取較為大膽的立論基礎予以批判。Murswiek認為該裁定隱約地指出，風險預防得以作為國家對風險製造者權利限制的正當事由，作為法規命令制訂者的行政權在此縱非負有義務，但至少亦有權限得基於此一目的，在未獲充分科學證實之前即得採取預防性措施，就此點而言作者基本上同意。再者，裁定當中進一步表示，國家對於純粹臆測性的風險並不須承擔基本權的保護義務，且為

⁹⁸ Köck, aaO. (Fn. 75), S. 353.

⁹⁹ D. Murswiek, *Ausgewählte Probleme des allgemeinen Umweltrechts, Die Verwaltung* 2005, S. 254 ff.

了防制一個臆想出來的風險而對於基本權採取限制手段亦無法被正當化，作者對此一基本原則亦予以贊同。縱使如此，Murswiek認為此一基本原則並不適用在本案，並指出裁定理由兩大違誤。首先，聯邦憲法法院無視於已有無數的研究出爐，而且這些研究已對於電磁輻射非熱效應的無害性提出若干有論據的科學性質疑。倘若聯邦憲法法院在本案堅持必須以科學上之確信作為保護義務存在的前提，恐已與其昔日對於基本法第二條第二項的理解有扞格之處，蓋聯邦憲法法院向來係認為基本法第二條第二項當中所隱含的，有實效的保護必須前提於未確知狀態即採取措施方有可能，此一基本想法有扞格之處¹⁰⁰。

Murswiek提出的第二個質疑當中，指摘聯邦憲法法院在本案忽略了一個狀況，亦即此案非僅是涉及到民眾暴露於電磁輻射的風險當中，身體不受侵犯性的問題。縱使我們目前無法確知電磁輻射將會造成人體如何不良影響，但無論如何民眾的身體仍是受到電磁輻射的入侵，而且基本上沒有事先獲得當事人的同意，故此情形下必須具備正當性事由。除了是為確保更高位階的法益而例外地可以被允許之外，基本上只有在電磁輻射對身體的入侵係屬無害才存有正當性事由。因此反面論之，縱使電磁輻射的危害性目前無法證實或甚至危害可能性僅是推論得知，但對於電磁輻射採取預防仍是具有正當性事由的。更進一步言，只要風險的製造者無法對於電磁輻射的無害性或其危害性無發生或然率予以證實，則創造風險之人即有義務對於電磁輻射入侵人體的情形提供防護¹⁰¹。

四、小 結

以上各種立場間雖有互有對立或差異，然事實上仍可找到共識，亦即國家對於純粹臆測的風險並不須承擔憲法上之保護義務，反之，倘若風險的性質已非僅是純粹臆測時，即不能同日而語，毋寧國家亦負有風險預防的保護義務。至於理論基礎或有從預防原則直接導出，

¹⁰⁰ Murswiek, aaO., S. 256.

¹⁰¹ Murswiek, aaO.

但多數皆肯定可從基本法第二條第二項第一句的生命與身體不受侵犯之保護當中找到理論基礎。縱使德國聯邦憲法法院與Rheinland-Pfalz邦高等行政法院主張，基本法第二條第二項第一句沒有要求國家在尚欠缺可靠的科學證據之前，對於現行的管制極限值進行更嚴格的修正，但其只是針對現行極限值的嚴格化而言，並非意味著國家保護義務之產生必須以充分可靠的科學證據存在為前提。此亦可從聯邦憲法法院認為國家對於純粹臆測的危害（rein hypothetische Gefährdungen）不存有採取預防措施的義務，此一立場的反面解釋可以獲得證實。縱使是對於電磁輻射風險性採取否定立場的學者Nolte，亦承認聯邦憲法法院在特定的情形下會將風險納入保護義務的範圍，亦即當牽涉其中的利害關係人為數眾多或甚至不可細數，或是涉及事實上無法迴避或具不可逆轉性的健康損害時。

然而見解上有分歧的是，在何種條件之下，危害的擔憂始能脫離所謂純粹臆測的危害之階段，而層昇至應該被預防的風險，亦即本案所爭議之電磁輻射非熱效應的健康影響可能性究屬前者或是後者？先就後者言，聯邦憲法法院與學者Nolte無視於目前若干既已被提出的研究報告，而直接認定為純粹臆測之危害，的確有過於速斷之嫌。無論如何，一方面並非毫無不存在著相關科學性論述，而另一方面鑑於行動通訊之利用愈趨普及化或甚至無不所在，牽涉其中的利害關係人為數眾多，且亦涉及具不可逆轉性的健康損害，因此無論就問題本身的合理懷疑性或是因為涉及多數人重大法益之保護，皆有降低認定風險的門檻之必要。退一步言，就目前相關研究的發展而言，直接將電磁輻射非熱效應的健康影響可能性與純粹臆測的危害劃上等號，且於憲法上之評價不予區別，不僅與昔日德國聯邦憲法法院的立場相扞格，同時亦與歐洲人權法院的立場不一致。儘管就結果而言，歐洲人權法院將訴訟之提起予以駁回，但其主要係因為無法認定原告健康受有損害，但另一方面其明確表示，政府機關係有義務對於電磁輻射的問題領域積極促進研究，此外亦應該定期檢視，是否必須將最新的知識現狀導入相關之法規範，從而係肯定國家在問題上之保護義務。

然而，也必須注意到，縱使憲法法院沒有對於相關件風險認知錯誤，而進一步承認在此一議題範圍可以從基本法第二條第二項推導出國家保護義務，但進一步的審查仍就受到侷限。蓋依照德國司法實務在審查國家保護義務是否被違反的問題，向來所持的「明證審查標準」（Evidenzkontrollmaßstab）立場來看，在加上在涉及複雜科技背景的問題時，司法往往從功能與組織最適理論出發，認為若非行政權完全不作為或是其採取之措施被證實完全無法發揮充分保護之功能時，才會進行指摘，否則基本上皆予以尊重。歐洲人權法院基本上亦採取相同立場。

相對於此，學者在此議題當中即對於國家保護義務之內涵提出若干具體看法，例如Ramsauer主張立法者可以透過舉證責任倒置之設計，使生命權與身體不受侵害權之保障具有實現可能性，類似的想法亦可在Murswiek的論述看到。然而Ramauer另一方面認為這是立法者的權限而非義務，縱立法者最終係採取極限值管制的手段，欲指出該手段之不足夠則必須有充分的科學論據作為基礎。然而，這對於本文擬探討之奈米科技應用之健康風險問題而言，似不無啟發性，蓋目前多數國家（亦包括我國）對奈米科技應用風險的管制仍尚未採取極限值的管制措施，因此透過舉證責任倒置制度，要求技術引進者至少須對於目前被提出之健康風險方面的合理質疑予以釐清，似不無採行之空間。此外，Köck從保護義務當中提出所謂程序性義務（prozedurale Pflichten）亦不無啟發之意義，亦即國家對於現已存在的合理懷疑，特別是具有科學性指示的資訊，不僅不容忽視，亦不能僅是形式上納入決策時之考量，相反地，必須對其深入分析並必須給予正確的評價，若非如此即構成足以影響到規範內容的評價瑕疵（Bewertungsfehler）。此一構想立意甚好，惟值得進一步思考的是，司法權是否有能力對於前開之所謂評價瑕疵進行審查。

最後Murswiek指出，當民眾暴露於電磁輻射的環境，即是身體受到電磁輻射的入侵，若沒有事先獲得當事人同意的話，則只有在電磁輻射對身體的入侵係屬無害時才存有正當性事由，反之，縱使電磁輻

射的危害性目前無法證實或甚至危害可能性僅是推論得知，但對於電磁輻射採取預防仍是具有正當事由的。然而只要是對身體具有侵入性，即必須證明無害性否則不具有正當性，恐怕在論述上稍嫌過當，蓋全面性地證明無害性極可能意味著陷入窮舉的無底洞，進一步即是等同科技應用之放棄，此一要求不僅難以實現，對於技術引進者亦屬苛求。然而若是予以限縮，即如Ramsauer所述，僅限於要求技術引進者至少須對於目前被提出之健康風險方面的合理質疑予以釐清，似較為合理。

然而就幾乎在聯邦憲法法院該裁定的同時，德國主管機關對於電磁輻射非熱效應方面的健康風險預防，採取了積極地預防立場與措施，例如公開建議應減少暴露頻率（減少使用手機次數與時間）、資訊公開與充分溝通以及更積極投入研究¹⁰²。此外德國聯邦政府亦積極透過影響力，促使行動通訊業者¹⁰³於二〇〇一年十二月向德國聯邦政府提出一個自願性義務的承諾，其全名為「行動通訊網絡擴建時之消費者、環境、健康保護改善措施以及相關之資訊與信任基礎建立措施」¹⁰⁴，同年七月六大行動通訊業者亦與地方自治團體簽訂類似的自願性義務的承諾，其全名為「行動通訊網絡擴建時基層自治團體之資訊交換與決策參與之協定」¹⁰⁵，於自願性義務的協定內容中包括以下五種預防性措施：(一)積極與地方自治團體溝通與促進決策參與；(二)手機相關消費者保護資訊之提供；(三)積極推動相關研究；(四)風險管

¹⁰² W. König, Öff. und private Vorsorge beim Schutz vor elektromagnetischen Feldern, Vortrag Evangelische Akademie Loccum, 11.2 bis 13.2. 2002.

¹⁰³ 在此所稱之行動通訊業者主要為六大業者：Detemobil Deutsche Telekommbilnet GmbH, E-PLUS Mobilfunk GmbH & Co. KG, Mannesmann Mobilfunk GmbH, Mobilcom Multimedia GmbH, Quam Group 3G UMTS GmbH, Viag Interkom GmbH & Co.

¹⁰⁴ 全名為“Maßnahmen zur Verbesserung von Sicherheit und Verbraucher-, Umwelt- und Gesundheitsschutz, Information und vertrauensbildende Maßnahmen beim Ausbau der Mobilfunknetze”，簽訂於2008年12月5日。

¹⁰⁵ 全名為“Vereinbarung über den Informationsaustauschen und die Beteiligung der Kommunen beim Ausbau der Mobilfunknetze”，簽訂於2001年7月9日。

理之監測系統的建立；(五)透過第三公正團體監測與評鑑。特別值得一提的是，業者仍願意特別顧及學校與幼稚園等地點的特殊性，願意優先考量設置在其他地點。在研究推動方面，通訊業者承諾提供資金支持公部門推動的電磁輻射研究計畫，亦即德國二〇〇二年起即由該國之環境部（BMU）與電磁輻射防護署（BFS）將一千七百萬歐元（相當六億多台幣）之預算投入一項為六年的手機電磁輻射研究計畫（DMF）¹⁰⁶，而當中一半的經費則是來自於電信業者提供。學者Köck對於此一發展基本上予以肯定，亦認為即是朝向他所認知的國家義務之實現發展¹⁰⁷。

電磁輻射非熱效應之健康風險預防的爭議，仍是進行式。然無論如何相關法學論述在德國十幾年間亦已著實累積出相當的成果，同時亦已大致確立風險預防與基本權保護義務間之連結性，更進一步亦足以作為類似議題在處理上借鏡，在奈米科技應用的健康風險問題上即是如此¹⁰⁸。

肆、風險預防原則之適用及對於危險防禦理論之補充

一、危險防禦理論之背景與科技時代之扞格

透過本文藉由電磁輻射健康風險的爭議問題討論之介紹，可以發現其之所以具有爭議乃是因為涉及風險預防的問題，然而傳統法學向來所預防的情狀卻是危險，亦即客觀經驗確信未來即將發生實害之情狀，而公權力之發動事由、條件乃至於限制等之傳統憲法理論亦是建立在此基礎之上。因此隨著科技應用為吾人生活帶來愈來愈多的不確定健康風險時，風險預防與傳統之危險防禦理論之間如何調適，則屬

¹⁰⁶ 官方網頁請參閱http://www.bfs.de/de/elektro/forsch_mobil.html，造訪日期：2009年3月9日。

¹⁰⁷ Köck, aaO. (Fn. 75), S. 355.

¹⁰⁸ 相關理論之借用首見Callies, aaO. (Fn. 23), S. 21 ff.

必須面對的問題。前述之電磁輻射健康風險預防與基因科技應用之風險¹⁰⁹是如此，奈米科技應用之風險是如此。

我國所承襲自德國法學的危險防禦理論係發源自自由法治國時期警察法的產物¹¹⁰，而節制國家權力以避免人民權利受到國家高權行使者不當之侵害，乃是自由法治國理念最主要的思想。在此思想之指導下，縱使國家成員對於安全的需求除了有賴藉由國家公權力之行使以實現之外，亦必須透過節制國家權力的方式以確保安全，亦即安全與國家關係的兩個面向——來自國家確保的安全（Sicherheit durch den Staat）以及防止國家侵害之安全（Sicherheit vor dem Staat）¹¹¹。但為了避免國家公權力之行使，假維護安全之名行侵害人民權利之實，自然會要求為了排除危險之目的而介入私人領域的公權力措施必須是師出有名的，換言之，對於危險之描述與存在與否必須能透過一般經驗法則可以掌握的。然而，此種最小的政府即是最好的政府的思維在今日是否仍完全合宜，自不無質疑之處。

再者，在科技未若今日般日新月異的昔日，因科技之應用所引起之流行病並未常見，因此縱使偶有不知名的流行病，但固守傳統危險防禦理論，可能尚不成問題。然而隨著科學與新式技術發展日新月異，其除了改善人類生活，卻也帶來各式各樣的新型態危險與風險。然而隨著科技推陳出新的發展，許多其所伴隨的風險無法依賴經驗法則來確認未來危險是否存在，以及何時會產生，乃至於將會造成多大範圍之損害。倘若仍舊必須固守傳統的危險防禦理論，則無亦是必須等待風險進一步轉變成爲危險時，才可容許國家公權力之介入，然而問題是倘若此類的風險係涉及嚴重或不可回復之損害時，則一旦風險真的轉變爲導致損害結果的危險時，則採取危險防禦措施則可能爲時

¹⁰⁹ 王毓正，論環境法於科技關連下之立法困境與管制手段變遷，成大法學，第12期，2006年12月，頁110。

¹¹⁰ K. Waechter, Die aktuelle Situation des Polizeirechts, JZ 2002, S. 854.

¹¹¹ J. Isensee, Das Grundrecht auf Sicherheit, 1983, S. 5-7.

已晚¹¹²。特別是當此類伴隨著風險科技應用愈來愈普遍於生活領域當中成爲日常生活的一部分時，危險防禦的消極性是否符合時代需求即更加值得提出質疑。危險防禦理論對應到前述之安全與國家關係的兩個面向——來自國家確保的安全以及防止國家侵害之安全，在科技時代的背景之下，似乎已逐漸出現前者要求的弱化，換言之，傳統危險防禦理論在科技時代之下似乎已經遭遇到其功能的限制¹¹³。

然而，若要彌補危險防禦理論在科技時代的功能侷限性，則在理論上有改弦更張之必要，以使國家不僅能有效地履行其來自於憲法的保護義務，同時亦必須能使來自國家確保的安全以及防止國家侵害之安全二者取得平衡。

二、預防原則之理論概述及其於奈米科技相關健康風險之適用

如欲對於科技所伴隨之風險盡可能地提前預防或控制，則勢必在欠缺經驗法則的情形下，運用科學技術預測結果並提前採取對應措施。但如何避免純粹的風險臆測成爲國家公權力大舉入侵私人領域，則是必須予以確保的。再者，國家作爲公益的維護者即面臨兩個共生卻又衝突的目標，亦即一方面必須塑造有利於科學與技術發展之環境，以促使科學與技術能持續進步，以利公益之實現；另一方面，卻又須爲人民建立危險防禦與風險預防機制，以免人民無助地暴露於科技風險當中。因此如何既不使風險的提前預防不又倒退回到危險防禦，又如何不過於浮濫認定風險之存在而導致科技動輒得咎，反而造成阻礙科技發展之結果，則應可從風險事由之認定與風險預防措施之妥適性兩個方向予以確保。

¹¹² 王毓正，前揭註109，頁105以下。

¹¹³ 類似之見解德國學者Marburger於其1979年的代表著作Die Regeln der Technik當中即已提出，請參閱Die Regeln der Technik, 1979, S. 112 ff. 此一觀點也獲得後來的學說一再肯認，例如U.K. Preuß, Risikovorsorge als Staatsaufgaben, in: Grimm (Hrsg.), Staatsaufgaben, 1996, S. 530; W. Köck, Risikovorsorge als Staatsaufgaben, AöR 1996, S. 17 ff.

學說上一般認為預防原則最早係發展於德國與瑞典之環境法當中，亦即德國法中所謂的“Vorsorgeprinzip”之概念¹¹⁴。德國聯邦政府於一九七六年之環境白皮書中以綱領性之文字來表述預防原則，即「環境政策非僅是極力表現對威脅性之危險的防禦，以及既存損害之排除。預防性之政策原則應要求的是，自然環境之基礎應該被保護與珍惜」。關於此，聯邦政府環境白皮書相對應地得出以下之確認，即在遵循預防者原則之下，環境政策之行政計畫領域則逐漸被需求。透過預測的以及被形成的計畫性措施，所有團體以及國家力量應致力於環境之維護，並且就其所做之決策而言，亦應顧及可能之環境影響¹¹⁵。亦即倘若為環境保護而國家公權力有必要介入人民生活領域時，則其介入的時點，已非消極地取決於是否已有相關之實害或危險的存在，而是環境危險與環境損害必須盡可能地被提前避免，並使其盡可能地被避免或減輕影響。然而就當時的內涵而言，其於內容上及手段性上仍是不確定的，並且於概念上仍是有待澄清及精確說明的。

國際法律文件當中提及預防原則者，首推聯合國一九九二年里約宣言第十五項原則（principle 15）為代表，其指出「為保護環境，各國應依據其能力廣泛採取預防性措施。當存在嚴重或不可回復之損害威脅時，缺乏充分科學證據證實，不得作為延緩採取符合成本效益以防止環境惡化之措施施行的理由」¹¹⁶。就此一定義與前述德國預防原則之描述相較，的確已趨於更明確。並且已對於風險事由之認定與風險預防措施之妥適性提出了原則性的立場。再者，儘管其乃為環境保護所提出之原則，但是其核心內涵毋寧在於強調，倘若涉及「嚴重或不可回復之損害威脅時」，則不須等待到已獲充分科學證實，即可採取符合成本效益且能防止惡化的措施」¹¹⁷，準此，倘若其

¹¹⁴ 牛惠之，預防原則之研究——國際環境法處理欠缺科學證據之環境風險議題之努力與爭議，台灣大學法學論叢，第34卷第3期，2005年5月，頁7。

¹¹⁵ Kloepfer, aaO. (Fn. 40), § 4, Rn. 5.

¹¹⁶ 相關中文文獻介紹亦請參閱，牛惠之，前揭註114，頁7-8。

¹¹⁷ Kloepfer, aaO. (Fn. 40), § 4, Rn. 4, 24.

他利益之性質，就其影響層面之廣泛，以及就其所涉及損害威脅係屬嚴重或具不可回復性時，則應有適用之餘地。其例如食品安全風險管理¹¹⁸，又如前文所述之非游離輻射之風險預防¹¹⁹。至於預防原則對於本文所關懷之奈米科技相關之健康風險有無適用，以及可以得出何等預防措施之誠命，則可進一步透過風險事由之認定與風險預防措施之妥適性兩個層次進行討論。

(一) 風險事由之認定

所謂風險事由，係指某一已足以採取預防措施之情狀，依據前開預防原則之定義「缺乏充分科學證據證實」，其雖然尚屬欠缺經驗或仍有待進一步證實，但亦非容許純粹的臆測，而必須是透過「科學理論上可信的理由所建立之初始懷疑」（auf wissenschaftliche Plausibilitätsgründe gestützter Anfangsverdacht），或可簡稱為「合理的懷疑」。從傳統法學的立場觀之，縱使是所謂合理的懷疑，但事實仍不過是「事情或情況不明」之情形，此即為羅馬訴訟法的拉丁文概念“non liquet”，在訴訟法的領域中，其特別強調某一事實之存否，不論原告或是被告皆無法證實。在民事訴訟之情形，則負有舉證責任之一造（民事訴訟法第二七七條）將因此而承擔敗訴的結果。在刑事訴訟時，則進一步導出「有懷疑應作有利被告認定」（in dubio pro reo）原則。二者之共同點在於，事實不明確皆造成國家公權力介入之退卻。在傳統危險防禦理論，僅是所謂的“non liquet”，其結果仍是造成國家公權力介入之退卻，但在預防原則有適用餘地之情況時，卻是可以推導出國家公權力介入之容許性。

本文在「貳」之「三」之處，已對於奈米科技相關的健康風險加以介紹，從當中首先可確定的是，奈米科技的應用日益廣泛普及於生

¹¹⁸ 程明修，前揭註39，頁127以下。

¹¹⁹ 王毓正，前揭註109，Kappos, aaO. (Fn. 52). <http://www.itas.fzk.de/tatup/083/tatup083.pdf>，造訪日期：2009年3月9日；P.M. Wiedemann & H. Schütz, *The Precautionary Principle and Risk Perception: Experimental Studies in the EMF Area*, 113(4) ENVIRONMENTAL HEALTH PERSPECTIVES 402-05 (2005).

活各層面，此外其分別又有透過呼吸（*inhalativ*）、皮膚接觸（*dermal*）或是飲食（*oral*）等三種暴露途徑，使奈米微粒進入人體之內，甚至引起重大的健康疑慮。因此應可肯定其具有嚴重或不可回復性的損害威脅。準此，僅須提出「科學理論上可信的理由所建立之初始懷疑」即已足夠，而就目前而言，不管是來自於微米尺度的微粒之研究結果，或是動物實驗的研究結果，可得知其應已具備合理的懷疑。或是反言之，奈米技術相關的健康風險在目前尚無法排除的，預防原則意義下的風險事由在奈米科技之應用範圍內應屬存在。再者，亦可從電磁輻射非熱效應之健康風險與此處之健康風險相較，進行理論之補充。儘管就目前而言奈米物質並未如極低頻（ELF）一般被IARC認定為屬於「2B」等級的致癌物質，但必須注意的是，奈米物質並非單一類型之物質，相反地，任何物質在理論上皆有可能奈米化，因此無法對其群組化或類型化，自然即無法就所謂的「奈米物質」直接認定其是否屬致癌物質。然而另一方面，就目前奈米技術應用之健康風險評估的相關研究指出，其風險可確定性應該是高過於電磁輻射非熱效應之健康風險，至少就部分物質在奈米化之後所產生的毒性是被確定的，較未能確定的僅是暴露途徑。因此就奈米科技應用之健康風險而言，應已足以構成風險預防之事由，國家面對此一風險預防議題而言，亦具有憲法上保護義務之高度。若採取學者Köck的角度觀之，在此類涉及複雜科技背景的議題，國家對於現已存在的合理懷疑，必須對其深入分析並必須給予正確的評價，方符合保護義務之程序性義務。

(二) 風險預防措施之選擇及妥適性

透過以上的檢驗，確立了奈米科技相關的健康風險的確存有預防原則下的風險事由，此即意味著國家亦取得採取預防措施的正當事由。歐洲執委會長期以來即對於奈米科技相關的健康風險持續地保持關切，並曾正式提出立場說明¹²⁰，其認為得以採取風險預防措施之情

¹²⁰ Mitteilung der Kommission über die Anwendung des Vorsorgeprinzips,

形，應是各種風險之類型與實際狀況，決定採取何種措施。其可供選擇之手段包括制訂法律管制、提供有風險預防研究的經費補助、或單純地僅資訊公開，甚至亦包括暫不採取任何預防措施。而就奈米科技相關的健康風險而言，其甚至主張立法者應該立法將舉證責任倒置，課予製造者或引進者證明其產品之無害性，但另一方面亦認為應該對其提供補助，幫助其爲了舉證所必須進行的相關研究。然而，到目前爲止各歐盟成員國，即如同美國一樣尙未制訂一部以奈米科技相關的健康風險爲規範事項的專法，更無庸論歐洲執委會的構想是否被實現。

以德國爲例，自二〇〇五年起，制訂一部專法的構想即獲得國會中之社民黨黨團與綠黨黨團的支持，並於由環境部（Umweltbundesamt, UBA）於二〇〇六年初召集一成立個專家委員會，對於是否制訂專法以填補現行法制上之規範漏洞進行研究。惟研究的結果是，放棄專法之制訂，並認爲依據目前歐盟的有害化學物質管制法（REACH）來規範大致上即已足夠，所需要的進一步工作僅是對於現行條文的修正即可¹²¹。此外，學者認爲未來亦應該對於資訊性措施予以強化，亦即應該盡可能讓消費者獲得完整的奈米科技與產品的資訊，瞭解奈米科技的健康風險。而配套措施即如同基改食物以及行動通訊相關產品與設備一般，應透過強制資訊揭露的義務¹²²，以供消費者有足夠的訊息，以自己的情形進行自我風險管理。

本文以爲，倘若目前奈米科技應用的健康風險問題係處於non liquet的情況，爲了避免各方對於風險解讀差異過大而各說各話，而導致不利於風險預防，也爲了有助於儘速讓此一non liquet的情形能被釐清，適時的舉證責任倒置是該考量的，而合理的建構方向，似可參

KOM(2001) 1 endg. vom 2.2.2000, S. 18, 24.

¹²¹ Herrmann/Möller/Pistner et al., Chancen der Nanotechnologien nutzen! Risiken rechtzeitig erkennen und vermeiden!, Positionspaper der Öko-instituts e.V., Juni 2007, <http://www.oeko.de/oekodoc/472/2007-077-de.pdf>, S. 6.

¹²² Callies, aaO. (Fn. 23), S. 56.

考Ramsauer所提出之觀點，亦即要求技術引進者至少須對於目前被提出之健康風險方面的合理質疑予以釐清¹²³。

三、小 結

透過預防原則的適用，使得國家公權力措施得介入私人領域的時間點，更往前跨越了一步，亦即不僅限於爲了對於危險的防禦，而係縱使對於尙無法依據經驗法則或科學證實的風險，亦得採取措施予以預防。學者有認爲此係危險防禦理論之擴張¹²⁴，然本文認爲此並非意味著風險預防原則即因此取代了危險防禦理論，亦非意味著危險防禦理論從此獲得得了全面性之擴張。蓋風險預防毋寧僅適用於損害結果存在有不可回復之威脅時，方例外容許國家在損害發生之可能性在尙無法充分證實，但依據當下及客觀的科學性風險評估仍值得疑慮時，即得採取公權力預防之。因此，縱非涉及嚴重或不可回復性的環境利益之損害威脅，亦必須是涉及其他性質類似的利益確保，且其影響層面之廣泛，以及就其所涉及損害威脅係屬嚴重或具不可回復性時，方可使危險防禦理論獲得擴張。此亦是爲了能使來自國家確保的安全以及防止國家侵害之安全二者取得平衡，應有的解釋。

然而不無疑問的是，預防原則之確立縱使有國際法文件之地位，且在歐盟法乃至德國法有一般法律原則之地位，但是在我國似乎仍未被普遍肯認具有一般法律原則之地位，因此在歐盟法乃至於德國法能直接以預防原則作爲擴張具憲法位階的危險防禦原則之事由，在我國是否得以直接援引，確實值得商榷。然而鑑於在德國亦不乏有學者認爲縱使不將預防原則認定爲憲法上之基本原則，但從基本法第二條第二項第一句的生命與身體不受侵犯的保障出發，並結合禁止保護不足理論，亦可以導出基於風險預防之必要，而擴張危險防禦理論之論據。就此一觀點而言，在我國法似應有援用之處。亦即，本文認爲我國憲法並無有關預防原則的明文規定，因此自然難以直接將其認定爲

¹²³ 類似觀點Callies, aaO. (Fn. 23), S. 41.

¹²⁴ Ch. Callies, Rechtsstaat und Umweltstaat, 2001, S. 154 ff.

如「法律保留原則」等般之憲法基本原則。然而，生命權與健康權之保障亦可從我國憲法第十五條導出，且從該基本權之客觀功能面向亦可進一步導出「國家保護義務」，從而國家負有排除可能侵害生命權與健康權之危險。再者，隨著涉入風險之基本權一旦造成損害時，具有難以回復性時，則應承認國家保護義務之範圍可從危險防禦擴張到在危險發生之「前階段」（Vorfeld），亦即風險預防，以免造成基本權保障之淪空。換言之，預防原則雖非憲法上之基本原則，但其內涵卻可作為基本權保護義務範圍擴張之實質理由。

伍、比例原則與風險預防之關係

風險預防在法學上另一難題乃涉及比例原則之適用，此卻是比較少被探討到的問題。鑑於風險概念本身存在著不確定性，也因此導致比例原則在被適用於檢驗國家之風險預防手段的正當性時，在操作上必須相較於傳統的危險防禦之情形更為寬鬆，甚至必須接受此原則在此情形只能指出一個粗略的方向（*sehr grobe Orientierung*）而已，而相對地行政權享有更為寬廣的價值判斷餘地¹²⁵。

由於國家欲達成風險預防，若不對於風險製造者之行爲進行管制實殊難想像，而對於人民之行爲管制即是一種國家公權力之介入。惟在傳統公法學理論當中，國家公權力必須謹守在「比例原則」之界限內，其介入私領域方屬正當，換言之國家公權力之行使應盡量在可確實預料對於公共秩序或法益發生具體之危害時，且為了避免過分地干涉以及壓抑市民之自由，國家縱使為了防止危害而採取措施時亦必須儘量對於人民造成最小之侵害。在比例原則底下，一個具有管制性或侵害性的國家權力行使是否正當必須經過以下三個層次的檢驗：亦即適當性原則、必要性原則（最小侵害原則）、相當性原則（狹義比例原則），但以上的檢驗對於風險預防而言，卻存有操作上的困難。因為在法學上風險之所以

¹²⁵ D. Murswiek, in: Sachs (Hrsg.), GG-Komentar, 3. Aufl., 2003, Art. 20a, Rn. 50.

與「危險」有所區分，主要在於相關之「經驗法則」是否存在。而科技風險在未來可能造成之損害，或因人類歷史尚未發生過，或因被預測將發生在遙遠的未來，或因風險的描述本身即被不斷地修正，以上種種因素導致風險的掌握與相關結果之預測經常是欠缺經驗法則，因此難以確切掌握風險是否未來會造成損害結果，以及何時會產生損害，乃至將會造成多大範圍之損害等。

如欲對於科技所伴隨之風險盡可能地提前預防或控制，則勢必在欠缺經驗法則的情形下，以科學預測之結果為基礎採取管制措施。正因為科技發展下所產生風險，愈來愈難以掌握與預測，其結果是國家在採取風險預防與控制手段之同時，人民能清楚地感受到其行為自由受到限制或被課予義務，但相對於具體受限制之人民行為自由或權利之另一端，究竟有多少風險因此被控制或被降低了，卻不易感受。至於國家所欲確保之安全是否真已達到，更是往往不得而知。又基於傳統治國思想中之比例原則，係要求公權力介入人民生活領域時應儘量避免對市民社會過當地干涉以及壓抑市民之自由，甚至是應消極地儘量不去干預市民社會。亦即國家權力之發動僅在於維持公共秩序，並且必須在可確實預料對於公共秩序或法益發生具體之危害時，且在對此一危害防止而採取措施時亦必須儘量對於人民造成最小之侵害。但對於目前尚無法確切掌握之奈米科技相關健康風險，應該採取如何的措施，方為符合最小侵害性之要求，自然即不易回答¹²⁶。

此一難題很明顯地即出現電磁輻射健康風險預防之議題上，此或許即是多數國家對於降低電磁輻射極限值之手段採取上，持保留態度的主要原因。然而，另一方面從實踐的經驗亦可發現，縱使不採取絕對性的極限值管制手段，仍不乏其他可以相當程度地調和風險預防與比例原則衝突的手段，例如政府資訊公開、強制或協調業者將相關資訊公開，提供減少暴露的訊息、建構防護措施、透過非正式行政行為促使相關業者提出自願性承諾，或甚至適度的舉證責任倒置。

¹²⁶ 類似的見解，程明修，前揭註39，頁134-135。

陸、管制策略與建議措施

就奈米科技應用的健康風險議題而言，係受到歐洲執委會的高度重視，因此亦於二〇〇八年提出一部奈米科技應用的行為準則¹²⁷，供各成員國以及相關業者遵循，儘管其僅具有soft law的性質，但確有一定的引導作用。其內容大致如下：

一、在尚未進行長期性的（健康）風險評估之前，應避免有意識地將奈米物質導入人體、食品添加物（特別是嬰兒食物）、飼料、玩具、化妝品或其他可能使人體或環境暴露於奈米物質的物品。

二、奈米研發推動機構應該適當地提供部分之奈米科技研發，致力於奈米物質相關之環境與健康風險的研究，就此部分之研究所應該考慮者，必須包含奈米物質應用之完整生命週期（亦即從製造到使用期間終了，並包含再利用階段）。

三、奈米研發推動機構之研究計畫應該包含對於奈米科技應用相關的社會、生態與健康影響的監控，並且必須持續一段合理的期間。

四、無論是私人或公立之奈米研發推動機構，於任何人提出奈米科技研究之補助申請時，皆應對其要求提出風險評估報告（risk assessment）。

五、奈米科技研究機構亦不應進行與醫療性質的人體功能改善為目的無關的研發工作，特別是不應使人體產生依賴，或是亦不應涉及以非法的人體功能提升為目的之研究

六、涉及奈米科技研究之大學生、研究員及研究機構等，有義務採取針對奈米物質被提出之健康、安全或環境防護措施。尤其此類場所應制訂針對奈米物質所可能引發之疾病預防準則。

七、奈米科技研究機構應透過現行可靠的分類或標示方式，此外鑑於奈米物質在特定的尺寸之下可能產生性質的變異性，因此亦應對

¹²⁷ commission recommendation of 07/02/2008 on a code of conduct for responsible nanosciences and nanotechnologies research (C(2008) 424 final).

於研究員以及其他在實驗室內亦可能接觸到奈米物質的人員予以告知相關訊息，以便其在執行工作時能採取必要之防護措施

就德國法而言，因為奈米科技相關風險的研究不足，致使傳統行政管制上面臨困境，德國環境部（UBA）遂將其現階段之預防措施的重心轉向資訊性手段，亦即其致力於盡可能地對於奈米物質的製造與消費等相關訊息完整掌握，以建立一個相關的訊息系統，並輔以課予資訊公開義務的建立。然而，倘若奈米技術發展的相關資訊並非完整掌握在公部門手中的話，則自然亦難以形成具體的法律義務，因此如何透過非正式行政行為（*informale Verwaltungshandeln*）以誘使奈米產品之製造者或銷售者自願提供相關訊息，則為重要的課題。

事實上，國家公權力在公共任務之履行上，並非僅止於作為一個管制者，而僅僅透過對於人民採取直接性或間接性之行為控制手段（*Instrumente direkter bzw. Indirekter Verhaltenssteuerung*）¹²⁸以達成其國家任務。相反地，對於某些必須仰賴國家資源整合運用或是民間欠缺意願的公共任務，則必須透過國家的自我行為措施（*staatliche Eigenvornahme*）來完成，尤其當其內容沒有涉及對特定人民之自由權利侵害或干涉時，此一自我行為義務基本上無庸透過法律規範明訂，蓋其係導源自憲法上之國家保護義務或甚至國家目的¹²⁹。

就我國法而言，事實上亦可透過既有的法規之修正，以採取適度的舉證責任倒置或是資訊揭露義務獲得實現。蓋我國毒性化學物質管理法第二條第一項將毒性化學物質分類為四類，而第四類毒性化學物質即是，化學物質有污染環境或危害人體健康之虞者，奈米物質或可納入此類之管制範圍。然而就現行第七條第四項（第四類毒性化學物質之管制方式）規定觀之，第四類毒性化學物質之運作，主要僅須申報該毒性化學物質之毒理相關資料，除此之外並無較具體的管制措施。反之，現行法第十條僅規定，第一類至第三類毒性化學物質之運

¹²⁸ Kloepfer, aaO. (Fn. 40), § 4, S. 99.

¹²⁹ K. Waechter, Verwaltungsrecht im Gewährleistungsstaat, 2008, S. 190.

作人，應檢送該毒性化學物質之危害預防及應變計畫，報請直轄市、縣（市）主管機關備查，並依危害預防及應變計畫內容實施。主管機關應將前項第三類毒性化學物質之危害預防及應變計畫公開供民眾查閱。然而本文之疑問是，鑑於科技風險之不確定及其與資訊揭露的重要關聯性，第四類毒性化學物質或類似之危害不明確之物質，更需要資訊揭露，且本文建議其資訊揭露之範圍應至少包含：毒理相關資料、危害預防及應變計畫。蓋風險不確定之下，至少應盡可能將相關資訊揭露，使利害關係人有機會獲得公部門以外的協助機會，或至少有機會自行評估並抉擇是否遠離或承受風險。無論如何，主管機關亦可善用獎勵性措施來對於風險予以調控，而毒性化學物質管理法亦提供此一措施採取之依據，亦即第四十二條第一項規定，「凡符合下列條件之一者，主管機關得予以獎勵：一、運作人連續十年未違反本法規定。二、致力毒性化學物質之危害預防及有關設備改善績效卓著。三、發明或改良降低毒性化學物質製造、運送、貯存、使用時所產生危險或污染之方法，足資推廣」。最起碼此一獎勵性措施主要僅維繫在主管機關作為與不作為之意願，而無比例原則衝突上問題。

對於奈米科技相關健康風險掌握仍有限的情形下，要制訂專法或有其困難之處。但無論如何，風險資訊的揭露應是目前對於科技風險預防與治理方面的共識手段，因此如何藉由公私協力方式建立資訊平台與開放民眾查詢之資料庫，亦有其必要。課予奈米科技業者於相關產品上應履行強制性資訊揭露義務，應該是目前可採取且較無疑慮的法律措施¹³⁰。另外，科技風險之存在亦是企業社會責任應發揮功能之處，其不僅可補充公部門對於科技資訊掌握不足之缺陷，同時亦可迴

¹³⁰ 類似規定例如食品衛生管理法第17條：「有容器或包裝之食品、食品添加物，應以中文及通用符號顯著標示下列事項於容器或包裝之上：……三、食品添加物名稱。……五、有效日期。經中央主管機關公告指定須標示製造日期、保存期限或保存條件者，應一併標示之。類似的產品資訊揭露義務亦應適用於3C產品電磁輻射檢測標示，請參閱王毓正，3C產品電磁輻射檢測標示議題，遠離電磁輻射公害電子報，第25期，2009年9月10日，<http://tepca.blogspot.com/2009/09/3c.html>，造訪日期：2009年10月25日。

避掉風險管制上最容易產生疑慮的危險防禦理論與比例原則之要求。然而相關公部門不能只是一味地等待相關業者自願性的承擔社會責任，但如何提供誘因以促使相關業者樂意自願承擔社會責任，以主動採取避免或降低相關風險的行動，此必須視公部門是否能善用非正式之行政行為，以達成目標。

柒、結 語

儘管至今已有愈來愈多的學術研究重視奈米科技與健康及環境風險預防的議題，且亦一再指出對於人體健康與環境的危害可能性不容忽視，然而另一方面由於奈米科技大量運用的歷史尚短，導致不容易透過流行病學的研究方法充分地證實其危害性。再加上奈米科技即如同歷史上多數的新興科技發展一般，亦即研發者與引進者僅側重於技術利用之便利性，以及著眼於背後豐厚之產值，而導致其所可能伴隨的風險研究常處於資訊不足的窘境，進而在危害性之證實上經常是有待進一步研究的。

此情形下，法學上所面臨的困境即是，在介入與管制方面欠缺充分的正當性事由，甚至從傳統的危險防禦理論角度觀之，公部門的不作為反而較具正當性。然而，隨著風險預防原則在環境法與科技法的領域中逐漸取得首要原則的地位後，再透過國家保護義務理論的加持後，對於此類影響層面廣闊且損害難以回復的危害可能性，僅因欠缺充分的科學證實即採取不作為的立場是否適當，似不無商榷之餘地。然而鑑於奈米科技發展迅速，應用層面廣泛，並且未來更可能在NBIC技術整合的推波助瀾之下，普遍影響到生活的各個領域，因此除了應積極透過公私協力的方式，對於相關之健康與環境風險進行分析與評估之外，在其危害性尚未有充分科學證實之前，盡可能地透過對於技術引進者與銷售者課予說明與標示義務，其除了有助民眾產生風險認知（risk perception），進而能瞭解相關風險資訊，使其有充分相關資訊的前提下，有能力自主決定是否暴露於奈米物質之環境，以

及有客觀的可能性能選擇盡可能減少暴露。當公部門亦同樣對於健康風險處於未知的狀態下，且亦沒有其他更適當的管制措施時，相關資訊的揭露甚至是有迫切需要的。

參考文獻

一、中文

(一)專書

1. 林山田，刑法通論（上），增訂第6版，自版，1997年9月。
2. 馬遠榮，奈米科技，商周，2002年10月。
3. 陳春生，德國核能電廠之設立許可程序及其安全性問題，載當代公法理論，翁岳生教授六秩誕辰祝壽論文集，月旦，1993年5月，頁421~462。
4. 陳春生，德國核能電廠之設立許可程序及其安全性問題，載核能使用與法之規制，增訂版，月旦，1995年11月，頁15-50。
5. 蔡宗珍譯，「快滋生反應器核電廠案」判決，載人性尊嚴與人格發展自由，德國聯邦憲法法院判決選輯(八)，司法院秘書處，1999年6月，頁523-589。
6. 劉吉平、郝向陽，奈米科學與技術，世茂，2003年12月。
7. 龔建華，你不可不知的奈米科技，世茂，2002年7月。

(二)期刊論文

1. 牛惠之，預防原則之研究——國際環境法處理欠缺科學證據之環境風險議題之努力與爭議，台灣大學法學論叢，第34卷第3期，2005年5月，頁1-71。
2. 王毓正，科技風險與企業社會責任——以電磁輻射公害防治為例，發表於「2009年兩岸稅法與經濟法學術研討會」高雄市政府與高雄大學財經法律學系主辦，2009年4月24日。
3. 李昂杰、陳郁庭，奈米科技對於健康之危害及法律對策——以我國既有法規之檢視與調適為中心，科技法律透析，2005年8月，頁20-39。
4. 李淑娟，論奈米科技潛在風險之法律規範，東海大學法律學研究所碩士論文，2006年1月。
5. 奈米科技之風險認知研究，行政院環境保護署委託，台灣大學公共衛生學院執行，EPA-97-UIUI-02-103，2009年3月。

6. 國家通訊傳播委員會四週年會慶座談會，業務簡報手冊，2010年3月1日。
7. 張振平、陳春萬主持，奈米科技應用的可能潛在危害之探討，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，2006年2月。
8. 梁永芳、吳婉怡，奈米科技與人體健康，科技報導，2005年9月，第12版。
9. 陳郁庭，奈米科技的美麗與哀愁——談潛在的健康風險及法律管制，科技法律透析，2005年8月，頁31-49。
10. 程明修，行政法上之預防原則（Vorsorgeprinzip）——食品安全風險管理手段之擴張，月旦法學雜誌，第167期，2009年4月，頁127-136。
11. 趙美華，奈米科技管理相關法律問題研究，東吳大學法律學系碩士論文，2009年9月。
12. 環保署簡報資料，98年度環境電磁波管理及技術研討會，財團法人電信技術中心，2009年5月22日。

(三)網路資料

1. 王毓正，手機基地台之資訊公開是洪水猛獸還是風險溝通機制？離電磁輻射公害電子報，第20期，2009年3月31日，http://tepca.blogspot.com/2009/03/blog-post_2788.html，造訪日期：2009年10月25日。
2. 王毓正，手機網內免費，卡免驚！？——從德國政府之兒童手機政策談科技風險認知（risk perception），遠離電磁輻射公害電子報，第24期，2009年7月29日，http://tepca.blogspot.com/2009/07/blog-post_28.html，造訪日期：2009年10月25日。
3. 王毓正，3C產品電磁輻射檢測標示議題，遠離電磁輻射公害電子報，第25期，2009年9月10日，<http://tepca.blogspot.com/2009/09/3c.html>，造訪日期：2009年10月25日。
4. 張志欽、陳淑慧、賀詩欣、楊俊毓、王宏達、蔡美玲，以蛋白質體研究超細微奈米碳黑暴露造成小鼠肺部損傷的機制，成大研發快訊，第8卷第8期，2009年5月，<http://research.ncku.edu.tw/re/articles/c/20090508/3.html>，造訪日期：2009年9月10日。

5. 通傳會新聞稿「NCC實地走訪苗栗縣宣導基地台電磁波無害正確觀念」，http://www.ncc.gov.tw/chinese/print.aspx?table_name=news&site_content_sn=8&sn_f=11093，造訪日期：2009年6月30日。
6. 陳興義，手機對人體健康之探討與規範，http://web2.yzu.edu.tw/top_unv/epapers/No004/08.html，造訪日期：2009年10月25日。
7. 新聞稿「奈米矽片銀殺菌劑——『銀彈900』」，<http://www.pse.ntu.edu.tw/Picture/news.pdf>，造訪日期：2009年8月29日。

二、英 文

(一)專 書

1. Elder, Cahill, eds., *Biological effects of radiofrequency radiation*. US Environmental Protection Agency: EPA-600/8-83-026 (1984).
2. ISO/TS 27687, *Nanotechnologies – Terminology and definitions for nano-objects – Nanoparticle, nanofibre and nanoplate*.
3. *U.S. Environmental Protection Agency, External Review Draft: Nanotechnology White Paper*.

(二)期刊論文

1. Ahlbom et al., *A Pooled Analysis of Magnetic Fields and Childhood Leukemia*, 83(5) BRITISH JOURNAL OF CANCER (2000).
2. Basset, C.A.L.: *Fundamental and practical Aspects of therapeutic use of pulsed magnetic fields*, CRIT. REV. BIOMED, ENGIN. (1989).
3. Greenland et al., *A Pooled Analysis of Magnetic Fields, Wire Codes, and Childhood Leukemia*, EPIDEMIOLOGY (2000).
4. Oberdörster, et al., *Nanotoxicology: An Emerging Discipline Evolving from Studies of Ultrafine Particles*, 113(7) ENVIRONMENTAL HEALTH PERSPECTIVES (2005).
5. Pomerai, De, et al., *Nonthermal heat-shock response to microwaves*, NATURE (2000).
6. Wiedemann, P.M. & Schütz, H., *The Precautionary Principle and Risk Perception: Experimental Studies in the EMF Area*, 113(4) ENVIRONMENTAL HEALTH PERSPECTIVES (2005).

(二) 網路資料

- ◎ Report from the Commission on the application of Council Recommendation of 12 July 1999 (1999/519/EC), http://ec.europa.eu/health/ph_risk/documents/risk_rd03_en.Pdf (last visited:2009.03.20).

三、德 文

(一) 專 書

1. BAFU/BAG, Synthetische Nanomaterialien, Risikobeurteilung und Risikomanagement, Grundlagenbericht Aktionsplan, 2008.
2. BAuA/BfG/UBA, Nanotechnologie: Gesundheits- und Umweltrisiken von Nanomaterialien – Forschungsstrategie.
3. Callies, Ch., Das Vorsorgeprinzip und seine Auswirkungen auf die Nanotechnologie, in: Hendler/Marburger/Reiff/Schröder (Hrsg.), Nanotechnologie als Herausforderung für die Rechtsordnung: 24. Trierer Kolloquium zum Umwelt- und Technikrecht, 2009.
4. Callies, Ch., Rechtsstaat und Umweltstaat, 2001.
5. Gesundheitsrisiken elektromagnetischer Felder, Schriftenreihe des Instituts für Umwelt- und Technikrecht der Universität Trier Bd. 42 (1998) Tagung des Instituts für Umwelt- und Technikrecht der Universität Trier am 10. Und 11. Dezember 1996.
6. Götz, V., Allgemeines Polizei- und Ordnungsrecht, 13. Aufl., 2001.
7. Hecht, K., Wissenschaftliche Tatsachen aus der internationalen Forschung zur biologischen Wirkung von Hochfrequenzstrahlen auf den Menschen und zum Radiofrequenz-(Mikrowellen-)Syndrom, 2008.
8. Isensee, J., Das Grundrecht auf Sicherheit, 1983.
9. Klitzing, v. L., Wirkung elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder auf den Menschen, unter besonderer Berücksichtigung athermischer Effekte, Gutachten 1992.
10. Kloepfer, M, Umweltrecht, 3. Aufl., 2004.
11. König, W., Öff. und private Vorsorge beim Schutz vor elektromagnetischen Feldern, Vortrag Evangelische Akademie Loccum,

- 11.2 bis 13.2. 2002.
12. Marburger, P., Die Regeln der Technik, 1979.
13. Murswiek, D., in: Sachs (Hrsg.), GG-Kommentar, 3. Aufl., 2003.
14. Nierhaus, M., Beweismaß und Beweislastuntersuchungsgrundsatz und Beteiligtenmitwirkung im Verwaltungsprozeß, 1989.
15. Nolte, M., Staatliche Verantwortung im Bereich von Mobilfunkanlagen, in: Vieweg (Hrsg.), Recht und Technik, 2006.
16. Ossenbühl/Fabio, Di, Rechtliche Kontrolle ortsfester Mobilfunkanlagen, 1995.
17. Preuß, U.K., Risikovorsorge als Staatsaufgaben, in: Grimm (Hrsg.), Staatsaufgaben, 1996.
18. Spawasser/Engel/Voßkuhle, Umweltrecht, 2003.
19. SSK, Mobilfunk und Kinder — Strahlenschutzkommission und wissenschaftliche Begründung, 2006.
20. Strahlungen, in: Gesundheitsrisiken elektromagnetischer Felder, Schriftenreihe des Instituts für Umwelt- und Technikrecht der Universität Trier Bd. 42 (1998) Tagung des Instituts für Umwelt- und Technikrecht der Universität Trier am 10. Und 11. Dezember 1996.
21. Waechter, K., Verwaltungsrecht im Gewährleistungsstaat, 2008.
22. Würtenberger/Heckmann/Riggert, Polizeirecht in Baden-Württemberg, 5. Aufl., 2002.

(二) 期刊論文

1. Di Fabio, U., Rechtsfragen zu unerkannten Gesundheitsrisiken elektromagnetischer Felder, DÖV 1995.
2. Köck, W., Mobilfunksendeanlagen und grundrechtliche Schutzpflichten des Staates, Anm. zu BVerfG v. 28.2.2002, ZUR 2002.
3. Köck, W., Risikovorsorge als Staatsaufgaben, AöR 1996.
4. Mitteilung der Kommission über die Anwendung des Vorsorgeprinzips, KOM(2001) 1 endg. vom 2.2.2000.
5. Murswiek, D., Ausgewählte Probleme des allgemeinen Umweltrechts, Die Verwaltung 2005.

6. Roßnagel/Neuser, Die rechtliche Regulierung des Elektrosmogs, UPR1993.
7. Waechter, K., Die aktuelle Situation des Polizeirechts, JZ 2002.
8. Wahlfels, A., Mobilfunkanlagen zwischen Rechtsstreit, Vorsorge und Selbstverpflichtung, NVwZ 2003.

(三)網路資料

1. Herrmann/Möller/Pistner et al., Chancen der Nanotechnologien nutzen! Risiken rechtzeitig erkennen und vermeiden!, Positionspaper der Öko-instituts e.V., Juni 2007, <http://www.oeko.de/oekodoc/472/2007-077-de.pdf>.
2. Kappos, A.D., Das Mobilfunk-Risiko aus ärztlicher Sicht, in: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, Nr. 3, 17. Jahrgang - 12. 2008, S. 31. <http://www.itas.fzk.de/tatup/083/tatup083.pdf> (last visited: 2009.03.09).
3. NanoCare, Konsortium des Projekts NanoCare (Hrsg.), Gesundheitsrelevante Aspekte synthetischer Nanomaterialien, 2009, http://www.nanopartikel.info/fileadmin/user_upload/Publikationen/NanoCare_Broschuere.pdf (last visited: 2009.08.20).
4. UBA, Nanotechnik: Chancen und Risiken für Mensch und Umwelt, Hintergrundpapier, 2006, <http://www.ssk.de/werke/volltext/2006/ssk0619.pdf> (last visited: 2009.03.09).

The Application of the Protective Obligation of Fundamental Rights to Uncertain Technological Health Risk: A Case of Health Risk about Application of Nanotechnology and Non-ionizing Radiation

Yu-Cheng Wang *

Abstract

New technology applications often brings a new Status of risk, the characteristic of this risk is, whether caused damage and injury severity, could not be confirmed from the human experience, and often in a short time have no sufficient scientific confirmed, but on the other hand the harmless also could not be proved. This type of technology risk, this article of the present is generally applied nanotech applications as an example for discussion, and an attempt is focus on the so-called Schutzpflicht from the fundamental right and discuss while country facing such prevention of health risk with high degree of uncertainty, is it also responsible for the protection of the right to life and health on the account of so-called Schutzpflicht. However, due to the application of nanotechnology is still

* Professor, Faculty of Law, National Cheng Kung University.
Received: March 8, 2010; accepted: April 15, 2010

short and relevant health risk prevention that has not yet gained importance, so that the legal aspects of the discussion is still limited. At present, although in Taiwan there are already a number of documents, but also limited legislative level discussions, and most of the foreign legal system only focused on policy and law, but the lack of introduction of constitutional discussions. In relation to this, German law in this respect there are already a number of constitutional discussion, and the application of non-ionizing radiation-related health risk prevention and that produce approach-control relationship, especially the latter in terms of academic and judicial proceedings are already considerable expositions in addition worth as our discussion of reference, as Taiwan related issues in the policy of the reference method.

Keywords: Technology Risk, Health Risk, Schutzpflicht, Information Disclosure, Risk Disclosure