

對日本311核災 及 輻射防護應有的認識

張欽然

(於台北大學 2011-05-10)

壹、輻射的基本認識

貳、核能發電基本原理

參、日本福島核一廠核災

肆、福島核災對台灣的影響

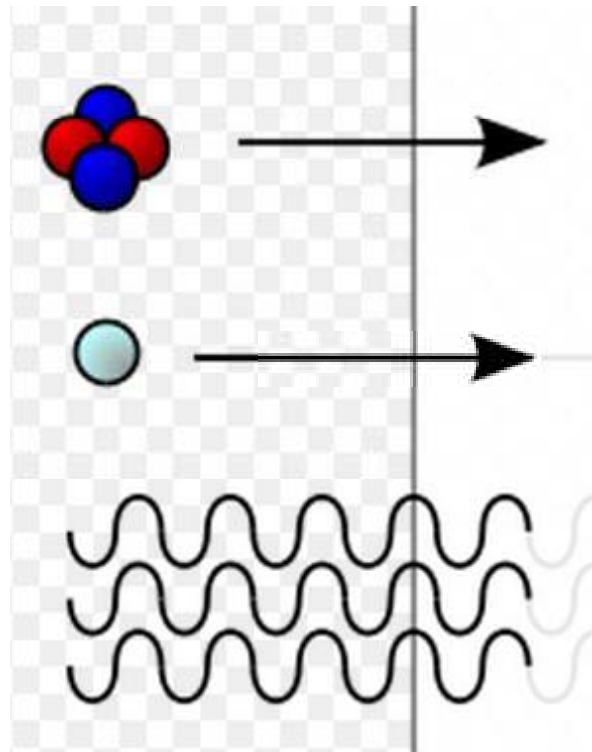
伍、結論

壹、輻射的基本認識

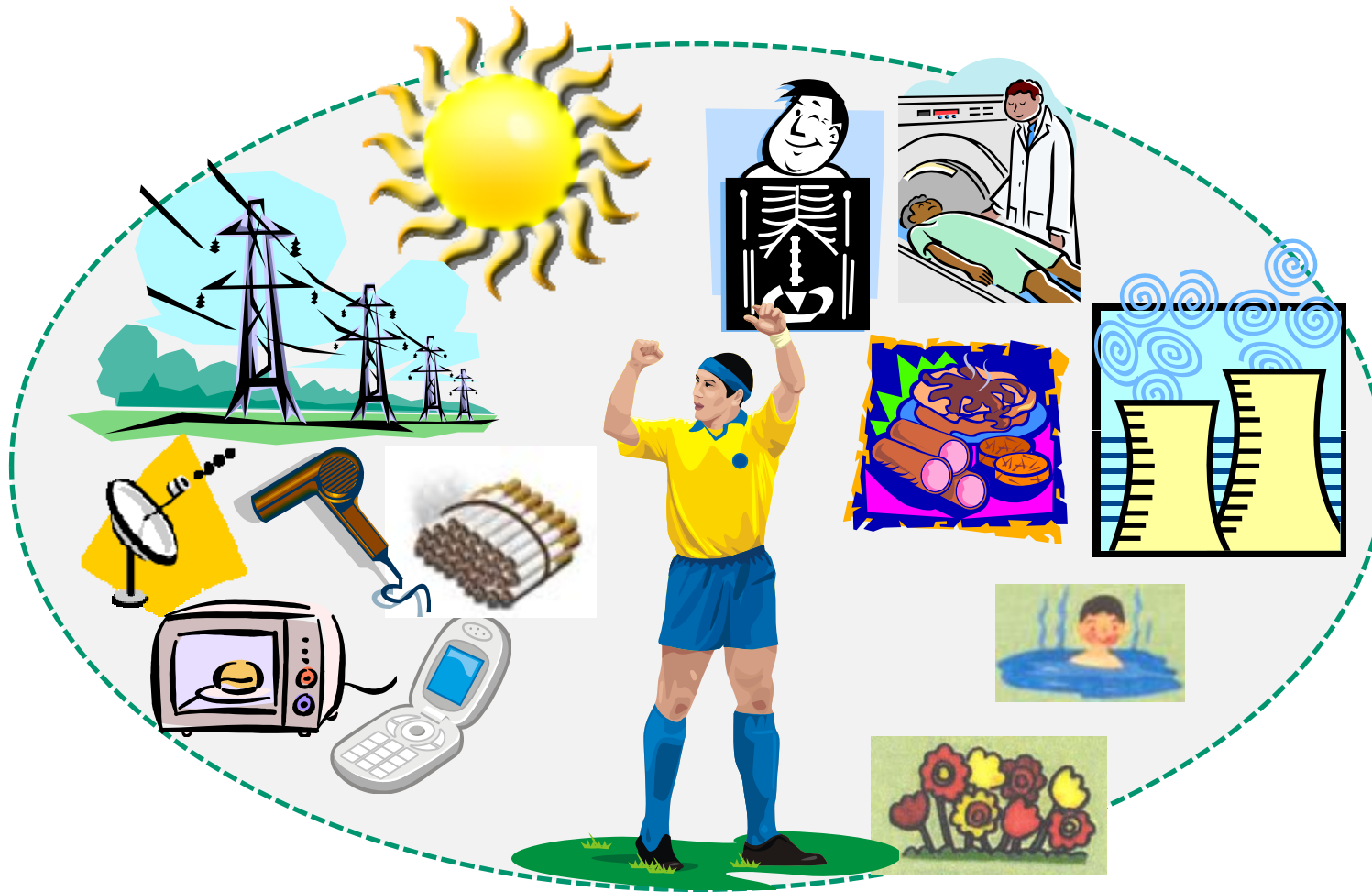
輻射是什麼

是一種能量，藉由「波」或「粒子」來傳遞

可見光、聲音、
熱、無線電波、
 α/β 、 γ/x 射線
等...都是輻射
的一種

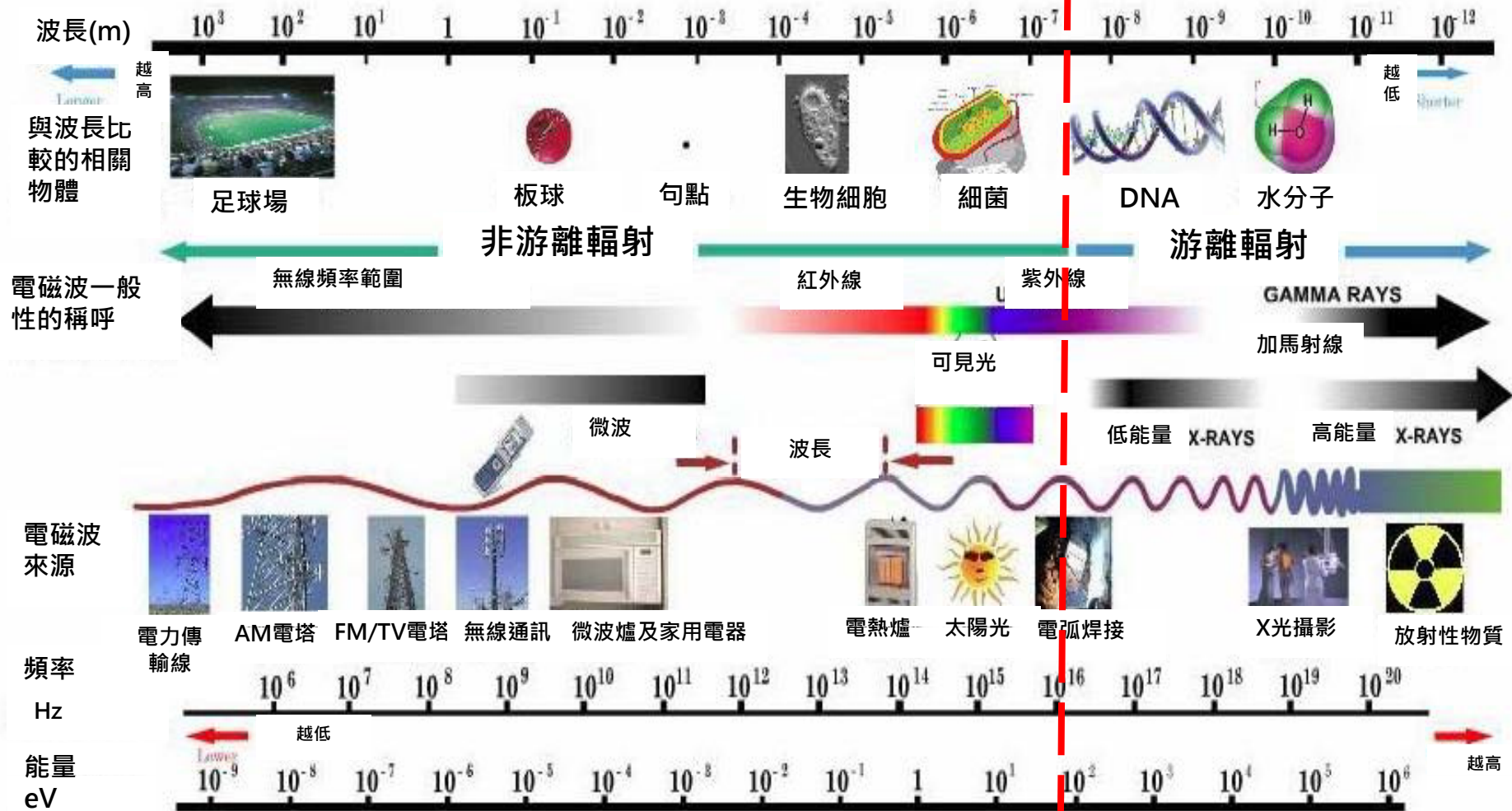


我們的生活環境 就是一個廣義的輻射場域

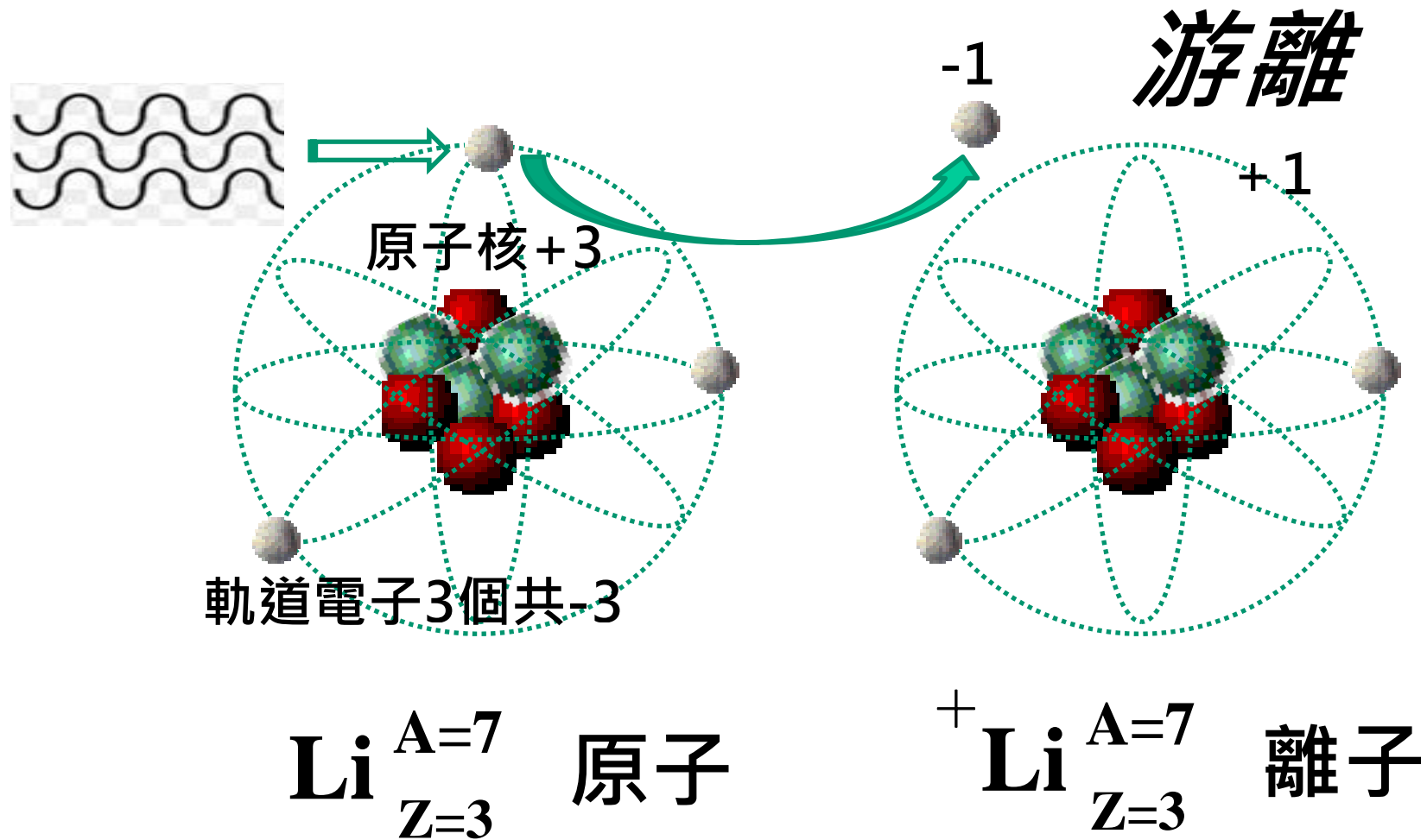


游離輻射 和 非游離輻射的分野

電磁波能譜圖

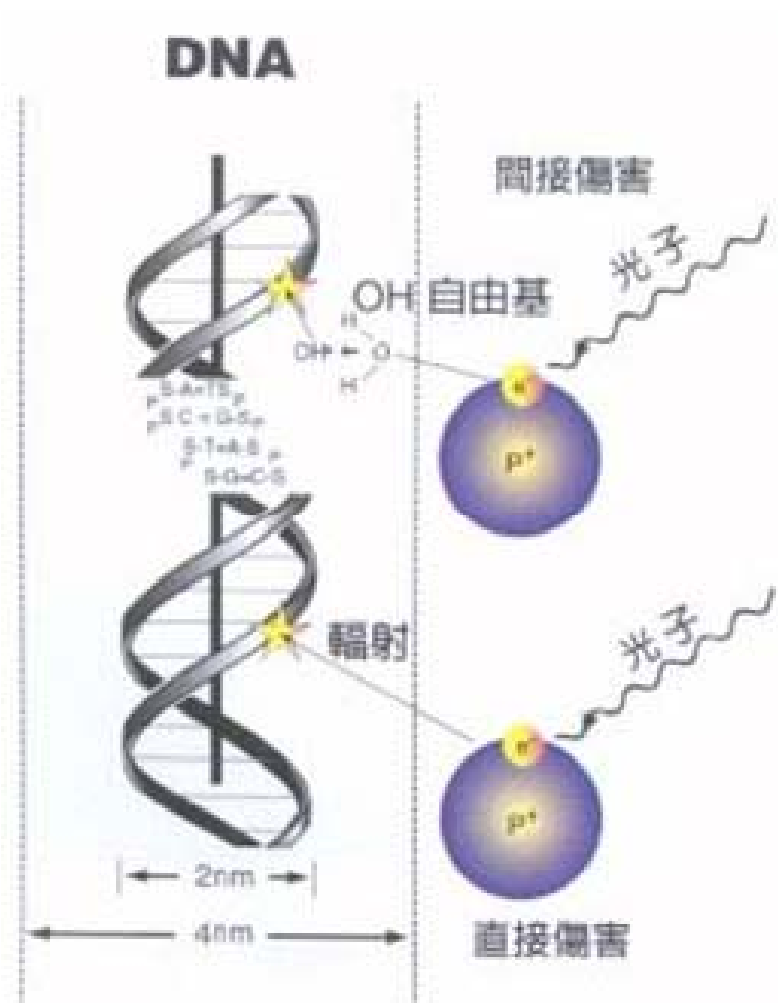
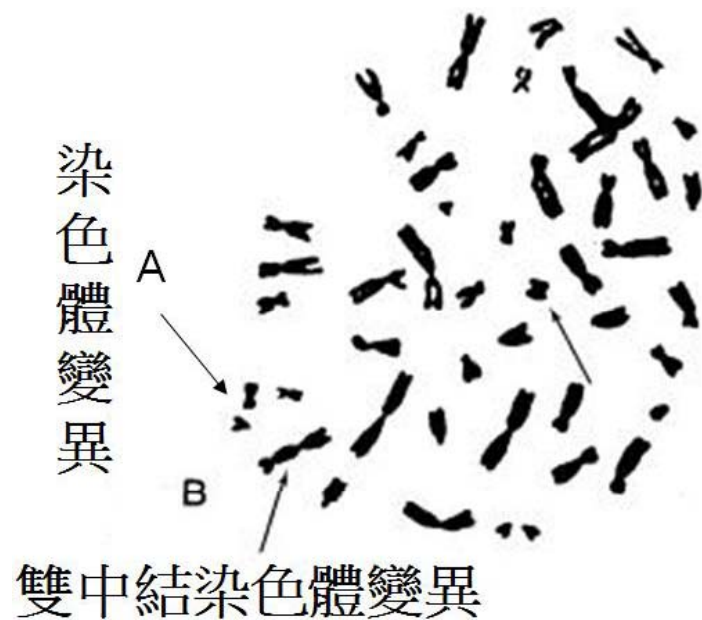


游離輻射



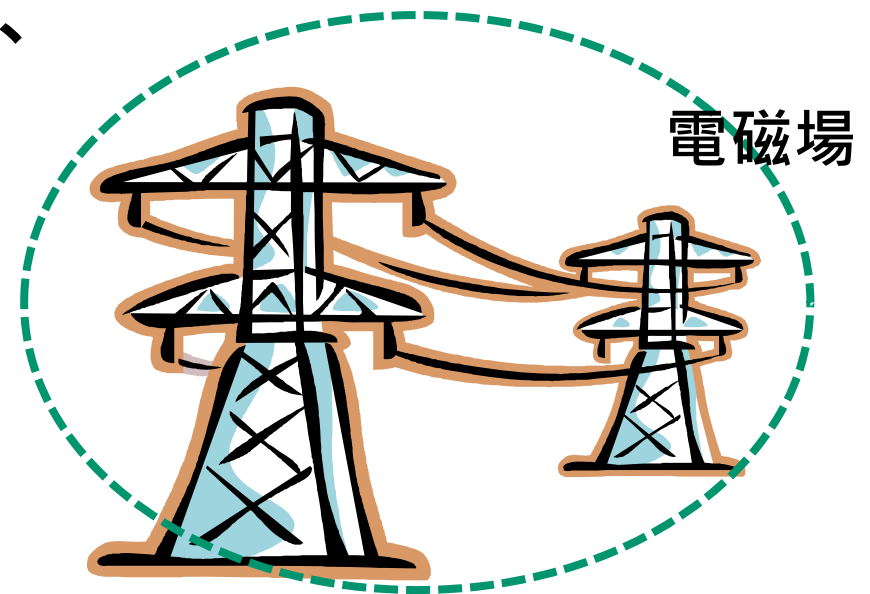
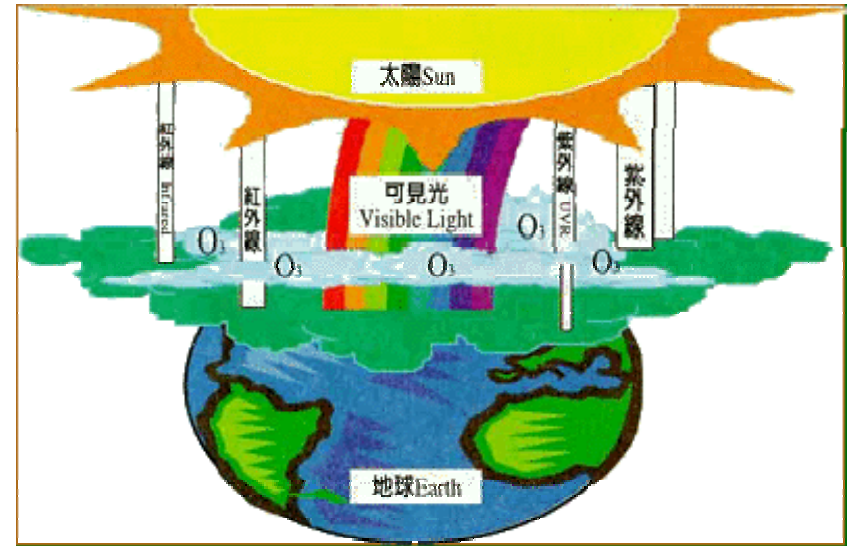
游離輻射：

能量足以破壞生物細胞分子，造成組織或遺傳基因的DNA破壞，以及進一步的染色體變異等等。

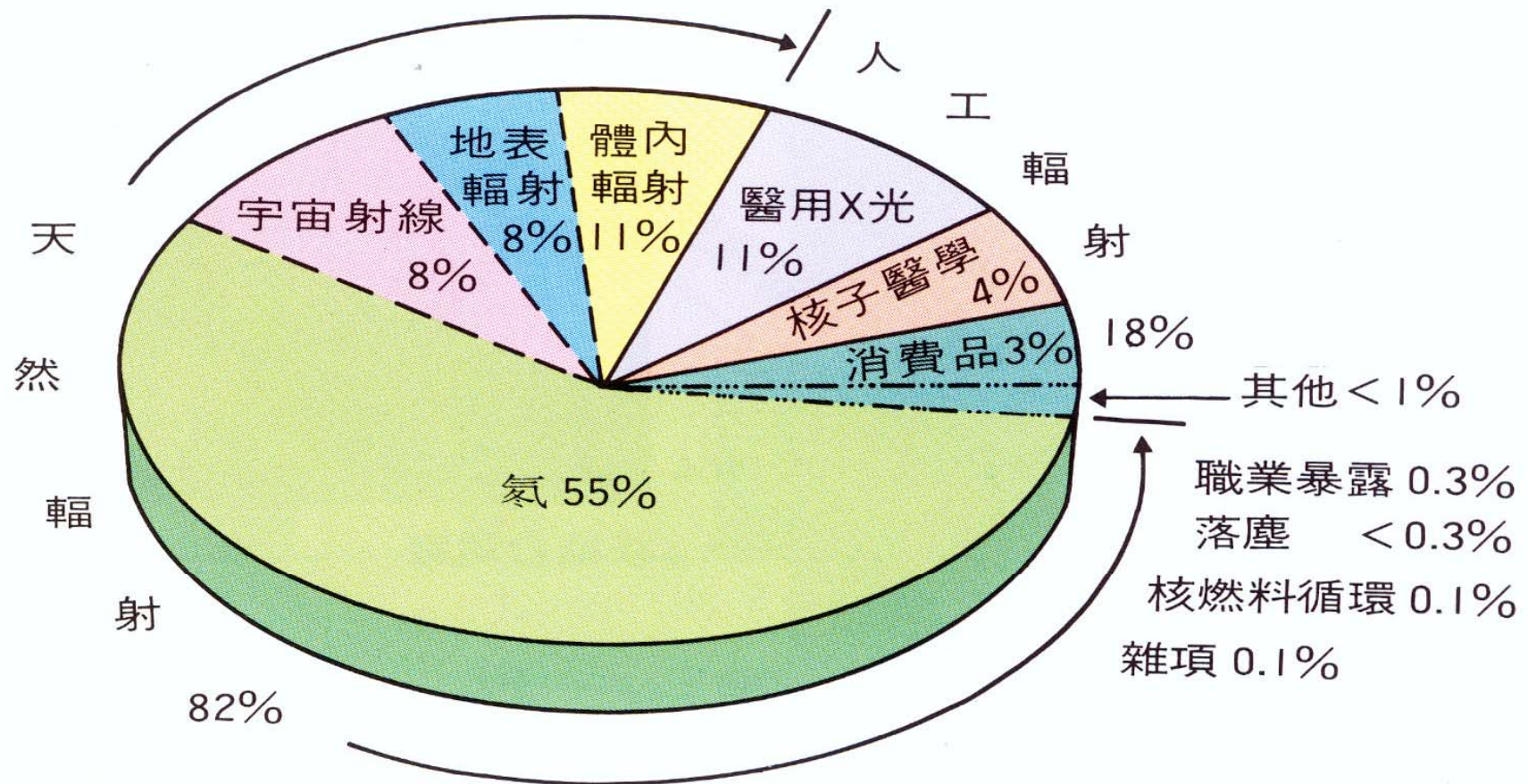


非游離輻射：

- 微波、太陽光等能量弱，不足以破壞生物細胞分子，但會有熱效應，會使溫度升高。
- 能量更弱的如電磁場、無線電波，不足以破壞生物細胞分子，又無熱效應也不會使溫度升高，但可能有電磁感應。

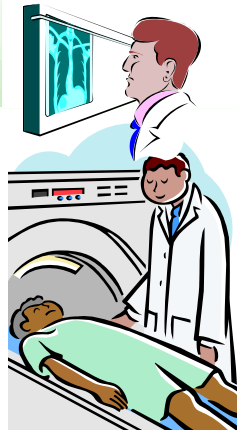
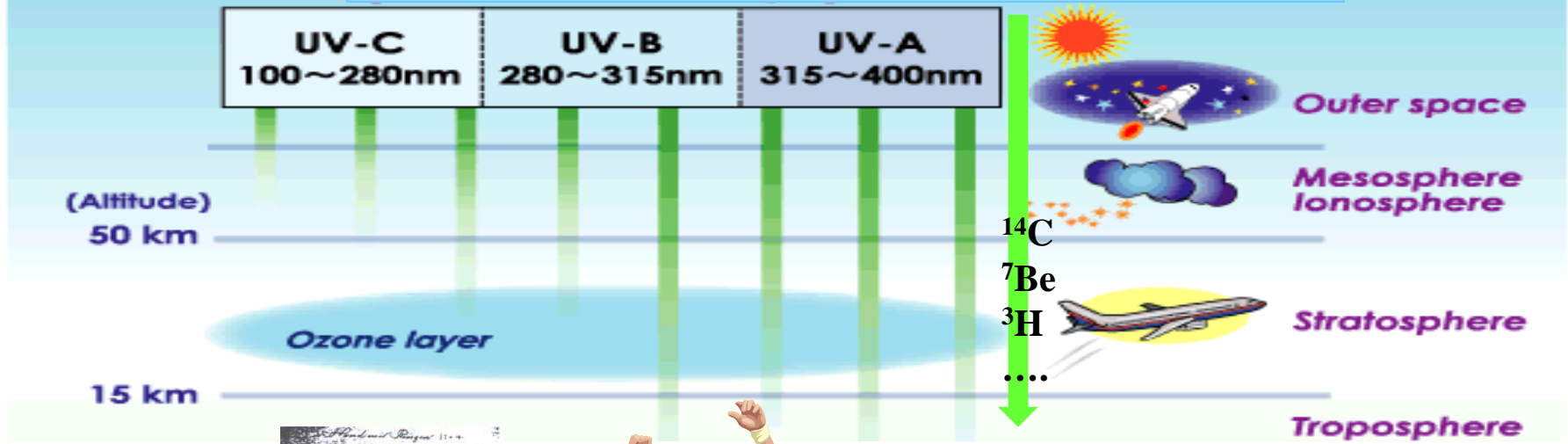


一般民眾接受天然與人造游離輻射 來源分佈示意圖



台灣地區民眾所接受的輻射，天然輻射約佔66.4%，人造輻射約佔33.6%(其中醫療佔33.2%)，而核能設施所造成之輻射值僅佔千分之一

太陽光 + 宇宙射線



倫琴夫人手部X光照片 (攝於1895年12月22日)

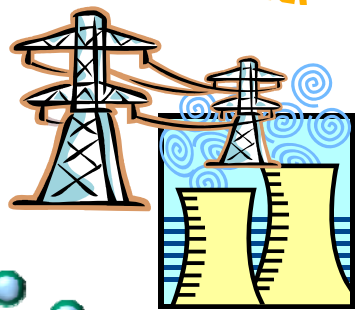
醫用X光
核子醫學



人體內
(鉀) K^{40}



各種消費品



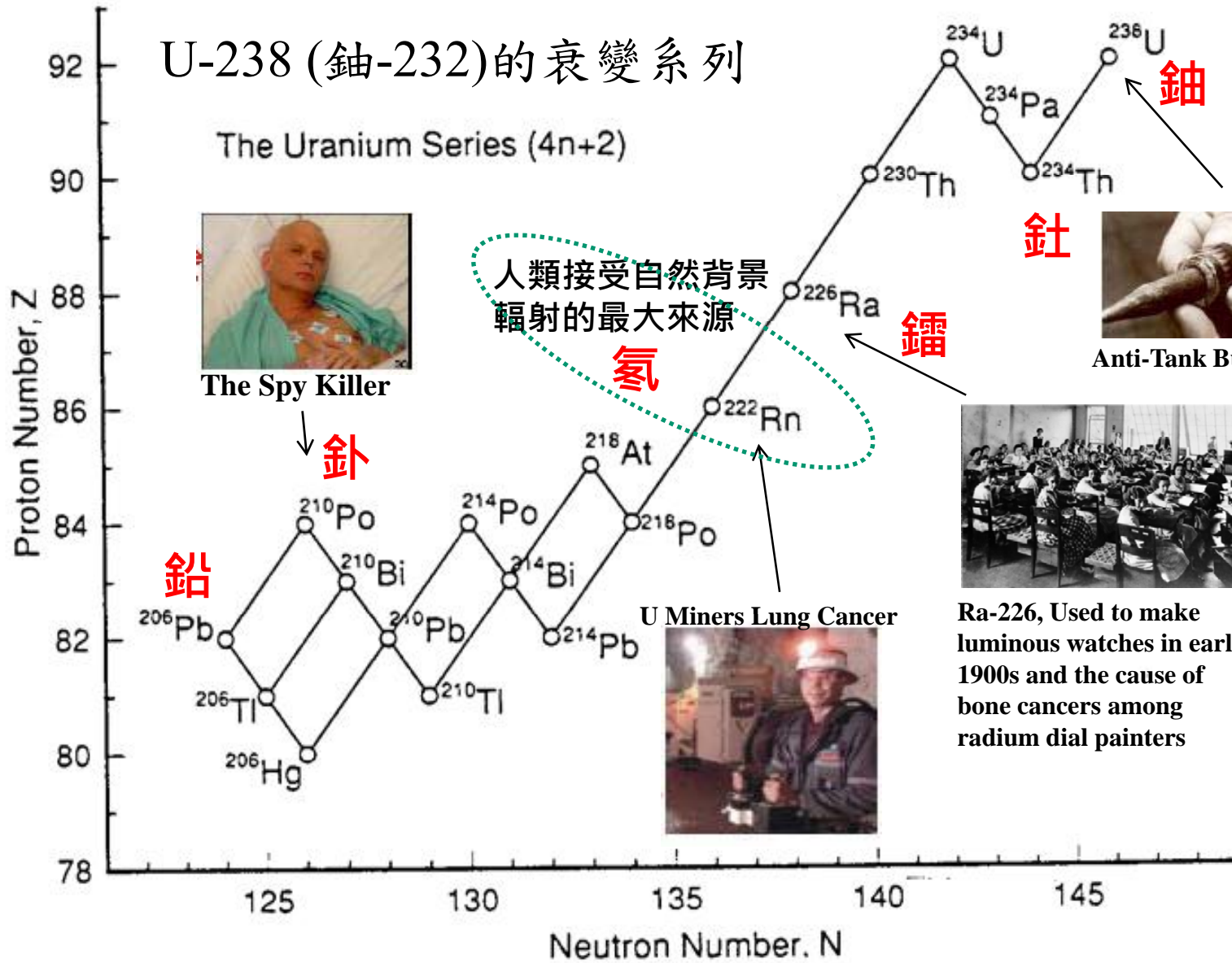
其他：
職業暴露，
工業/通訊...

地表土壤及岩石的各種天然放射性物質

地殼內 U^{238} 衰變鏈 和 Th^{232} 衰變鏈 產生的放射性 氫氣

U-238 (鈾-232)的衰變系列

The Uranium Series (4n+2)



The Spy Killer

人類接受自然背景
輻射的最大來源



Anti-Tank Bullet



Ra-226, Used to make luminous watches in early 1900s and the cause of bone cancers among radium dial painters



U Miners Lung Cancer

鉛

釷

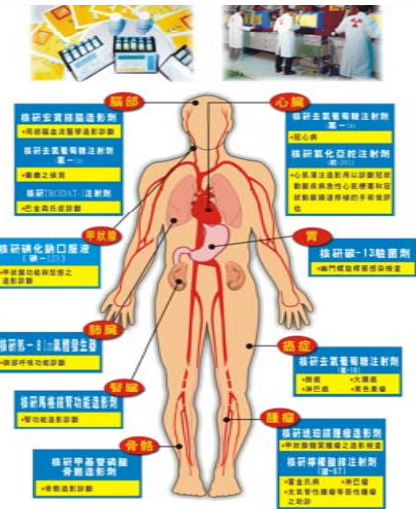
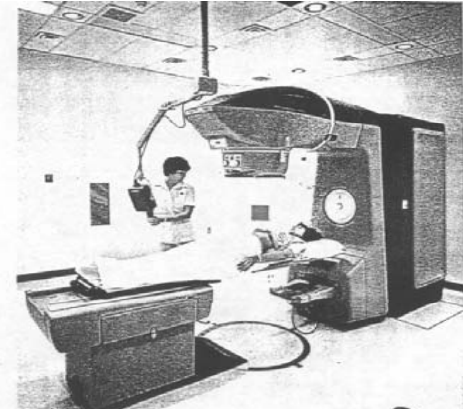
氡

釷

釷

鈾

人類接受人工輻射的最大來源 醫用X光 及 核子醫學

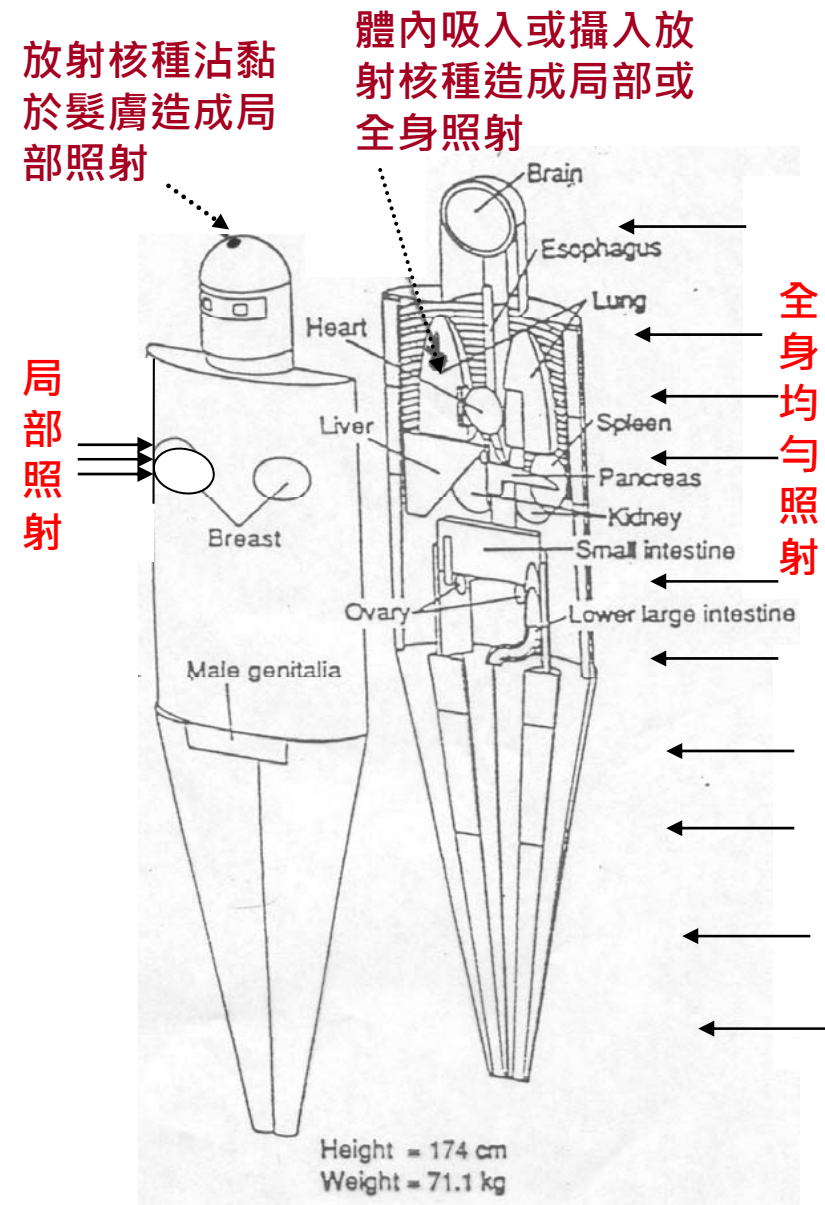


游離輻射影響人體的途徑

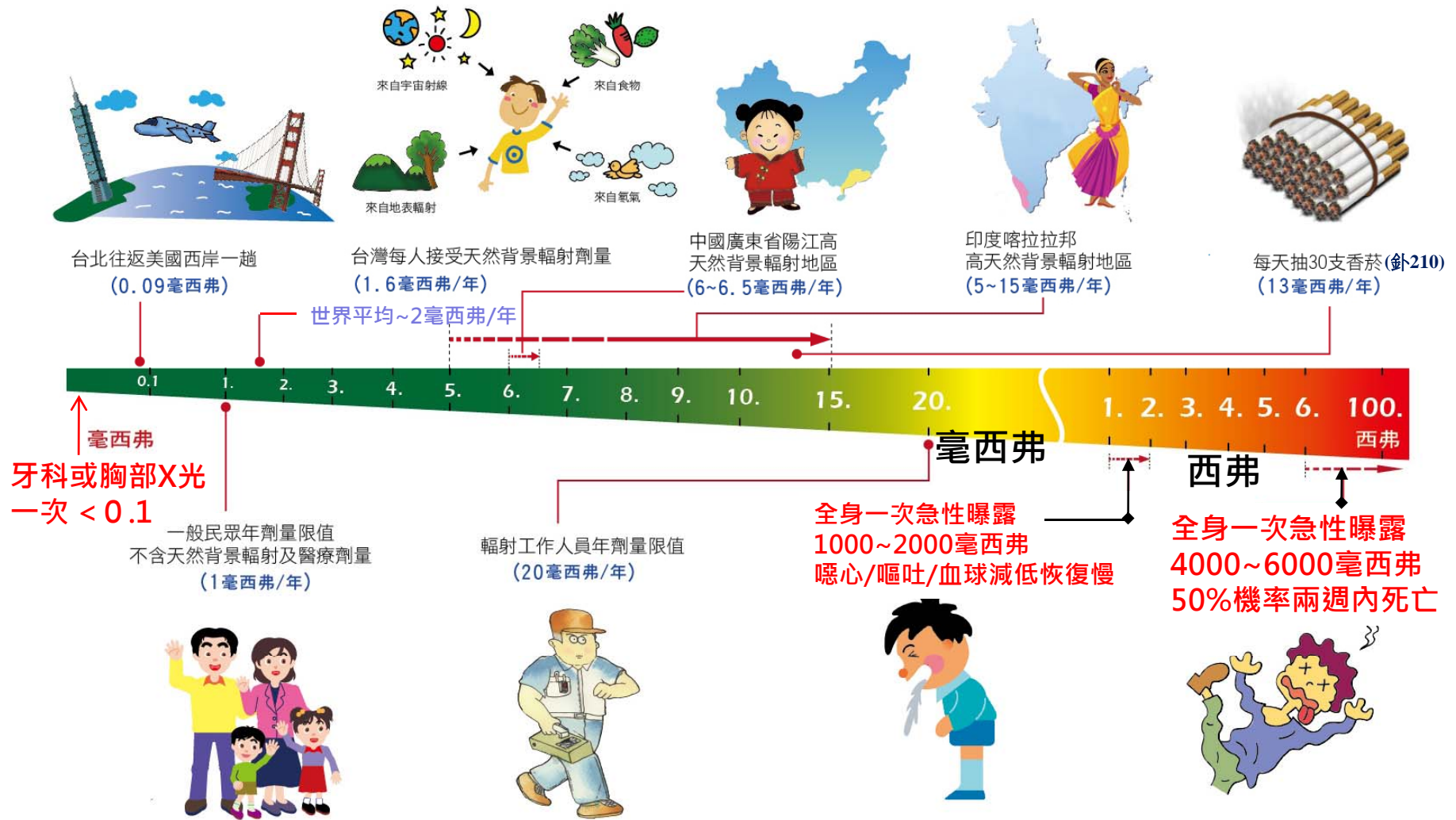
▶ **照射**：人曝露於體外輻射場中受到輻射之照射，不會造成輻射之擴散。

▶ **污染**：人的髮膚附著或體內吸入或攝入放射核種而受到輻射之照射，污染通常會造成輻射之擴散。

▶ 造成人體之輻射曝露，其輻射源來自於體外者稱為體外曝露，來自於體內者稱為體內曝露。



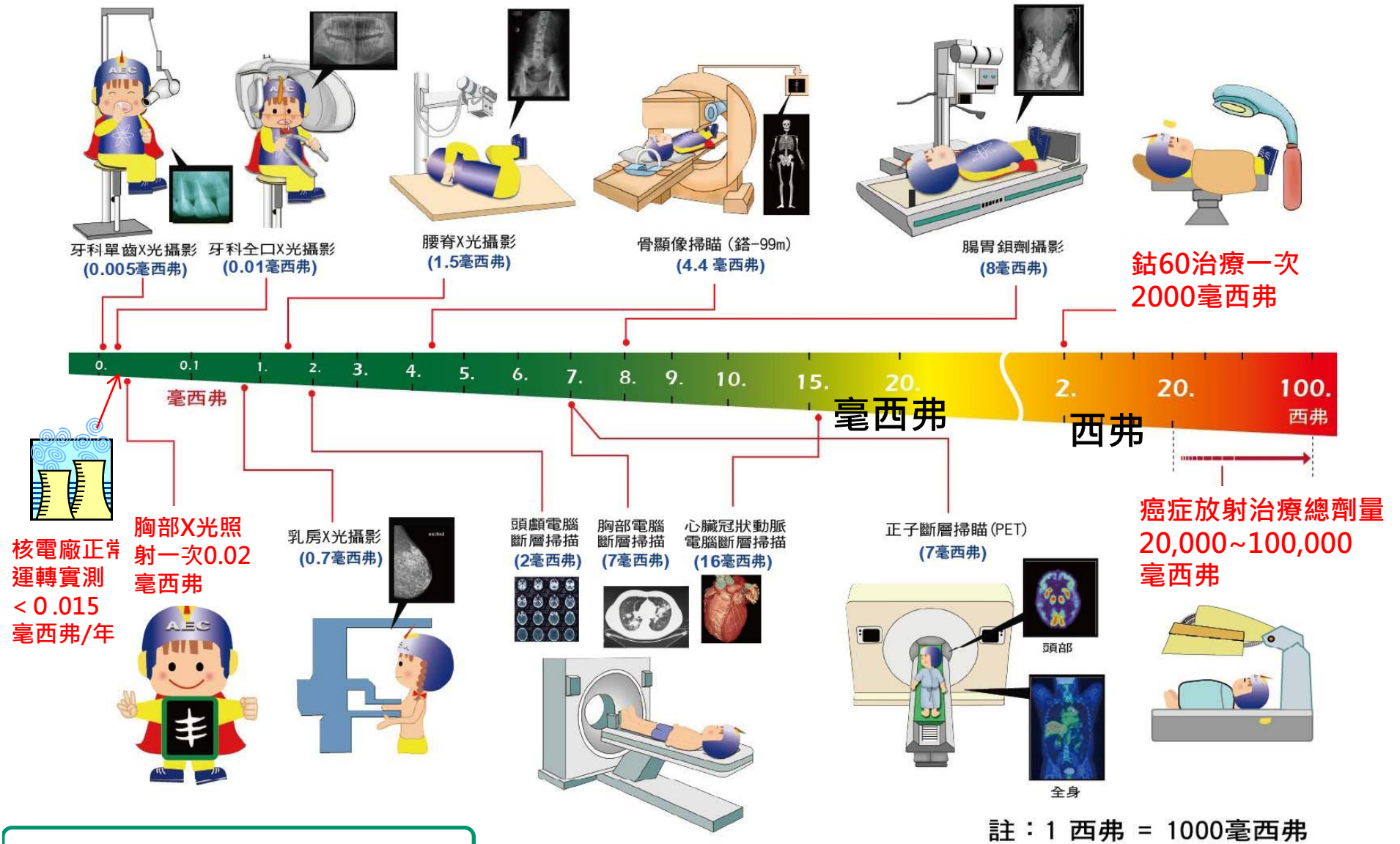
一般游離輻射劑量比較圖



圖例引用自原子能委員會

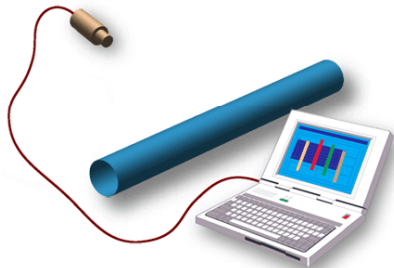
註：1 西弗 = 1000毫西弗

醫療游離輻射劑量比較圖



圖例引用自原子能委員會

其他相當多種農、工、商及科學上之應用 亦可能造成人工輻射的來源



PANTAK SERPENT X-ray Systems

General Information:

The ERESCO MP2 line of portable X-ray units are designed for reliability in some of the world's toughest conditions. Using modern compact electronics to minimize weight and provide a high power output with extremely low ripple, together with a highly resistant ceramic X-ray tube, the ERESCO MP generates a high X-ray dose which allows the shortest exposure time, resulting in higher productivity.

Weight is further reduced with the use of gas insulation making transportation and handling in the field safe and convenient, especially with the optional search and cartage that make positioning of the ERESCO MP easy for set up of exposure technique. For additional protection of the tube head, optional carrying/holding rings are available.

The universal ERESCO MP2 microprocessor control can operate any X-ray generator in the ERESCO MP product line and is uniquely constructed to withstand heavy use in the field. The control features a clear full line liquid crystal display that can be viewed in the most difficult light conditions and which provides system status in up to sixteen US languages.

Entry of voltage, current and exposure parameters, or retrieval of up to 250 preprogrammed exposure settings is by a keypad conveniently located on the liquid panel control panel.

The MP control features a fully automatic warm-up, with an integrated real time clock that monitors time since last use and auto warm-up speed accordingly. The last 128 data sets of operating parameters are recorded in an internal memory and can be downloaded via the serial interface. Two safety circuits are included in the control together with a serial interface and a power connector for a closed loop water cooler, necessary with a water cooled X-ray generator.

For field applications, a full safe warning siren lamp is available.

Typical characteristics:

- High voltage range from 5 to 300 kV
- Constant potential
- Medical ceramic x-ray tube
- Medium frequency technology
- Shortest exposure times of all portable worldwides
- Power mode operation
- Lightweight
- Easy access to different tube nipples including portable generators
- Automatic identification of tube head connected
- Fully automatic warm-up program
- Real-time clock
- Display of clear text messages
- Heavy memory
- Programmable operation
- Both standard and non-standard accessories are optionally available.

Special features:

- Power multi starting at 5 kV for efficient work, even with low-density materials such as aluminium or composite materials.
- Automatic mode, automatic warm-up program depending on the nonoperative interval through a real time clock. 250 exposure techniques can be stored in a non-volatile memory for recall.
- Highly legible full-line LCD enables the display of clear text messages in up to 16 languages, including Gothic characters.

AGFA

Agfa 907 Frankfurter
Cable & Co. AG
Suppenstrasse 41
22624 Rheinberg, Germany
Tel: +49 (0)4302/907-0
Fax: +49 (0)4302/907-100
E-mail: sales@imgmagnetics.com

Agfa 907 Inc.
215 North 74th Street
East Haven, CT 06522
USA
Tel: +1(203) 468-2011
Fax: +1(203) 468-2017
E-mail: sales@imgmagnetics.com

Copyright © Agfa 907 Frankfurter GmbH & Co. AG - Suppenstrasse 41 - 22624 Rheinberg - Germany

Product-Information

PANTAK SERPENT X-ray Systems

Portable X-ray Units

ERESCO Portable X-ray Equipment

AGFA

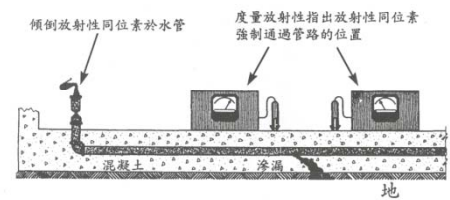
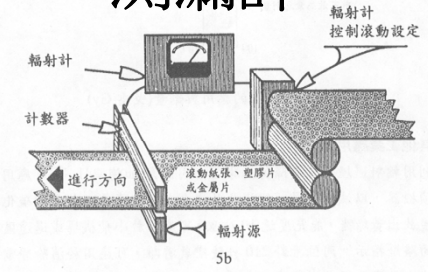
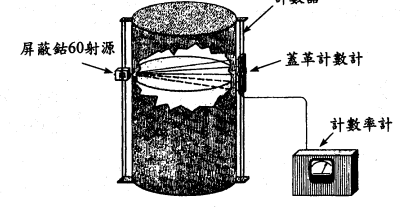


圖 4 測漏計

測漏計



厚度計



液位計

其他相當多種農、工、商及科學上之應用 亦可能造成人工輻射的來源(續)



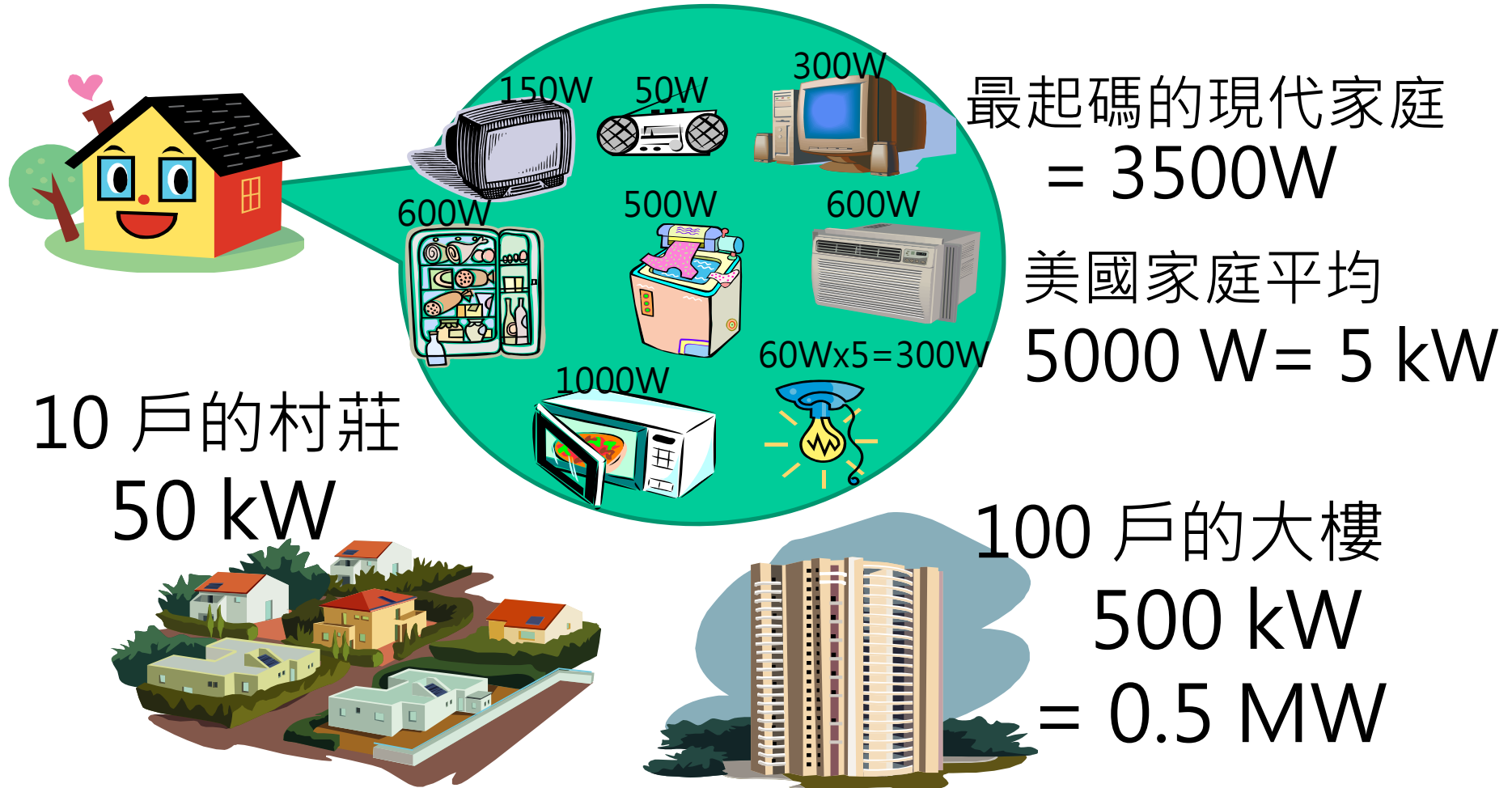
貳、核能發電基本原理

台灣的核電廠分佈



本圖摘自原子能委員會核子事故緊急應變民眾防護手冊

用電的基本觀念



(台電核一廠兩個機組約可供給250,000戶)

全球核能發電裝置容量(運轉中，至2008年6月)

Table 1.2: Worldwide nuclear generating capacity in June 2008

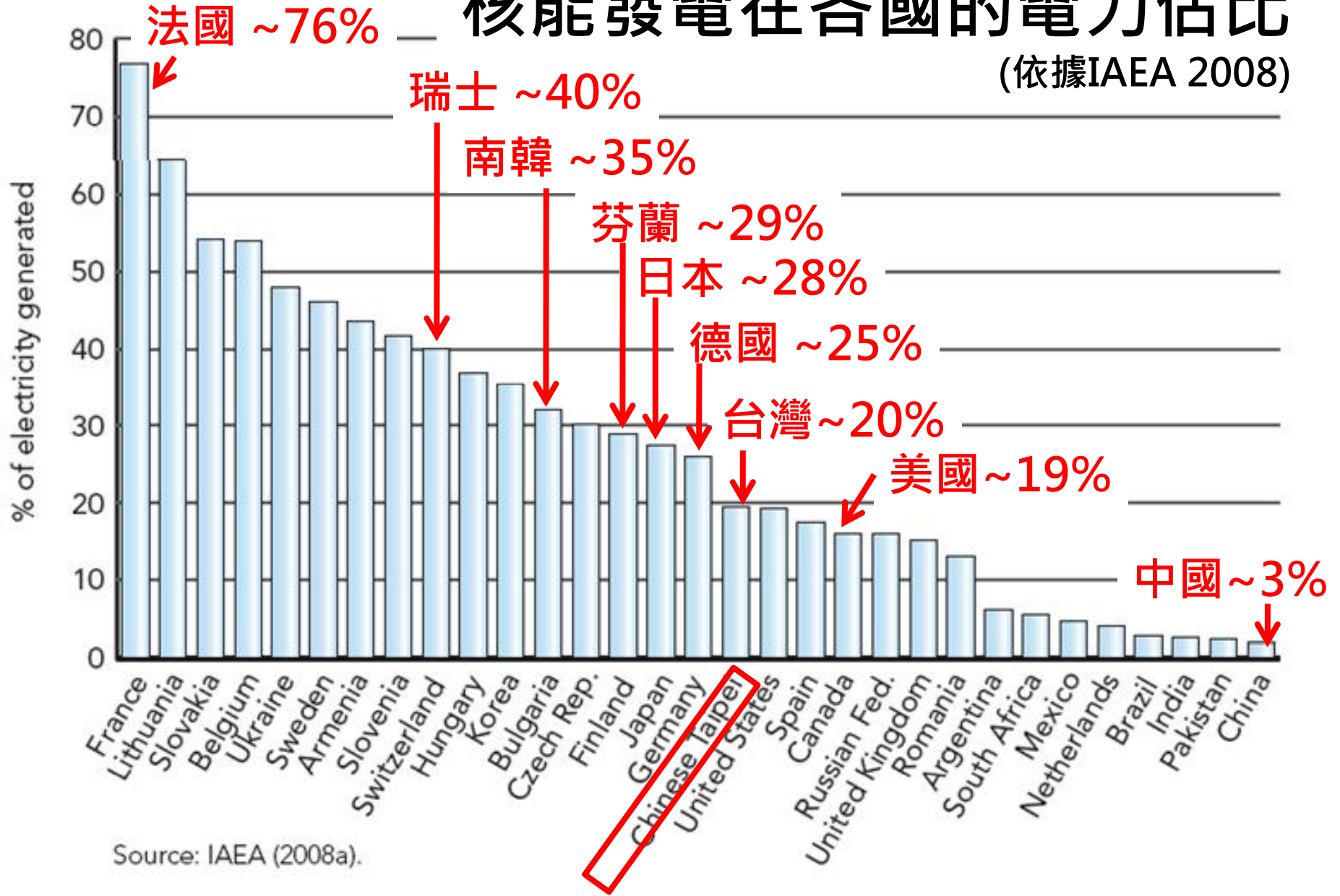
Country	Number of operating reactors	Generating capacity (MWe net)
United States 美國	104	100 582
France 法國	59	63 260
Japan 日本	55	47 587
Russian Federation	31	21 743
Germany	17	20 470
Korea 南韓	20	17 451
Ukraine	15	13 107
Canada	18	12 589
United Kingdom 英國	19	10 222
Sweden 瑞典	10	9 014
China 中國	11	8 572
Spain	6 8	5,144 7 450
Rest of the world	72	40 155
Total	439	372 202

台灣

Source: IAEA (2008a).

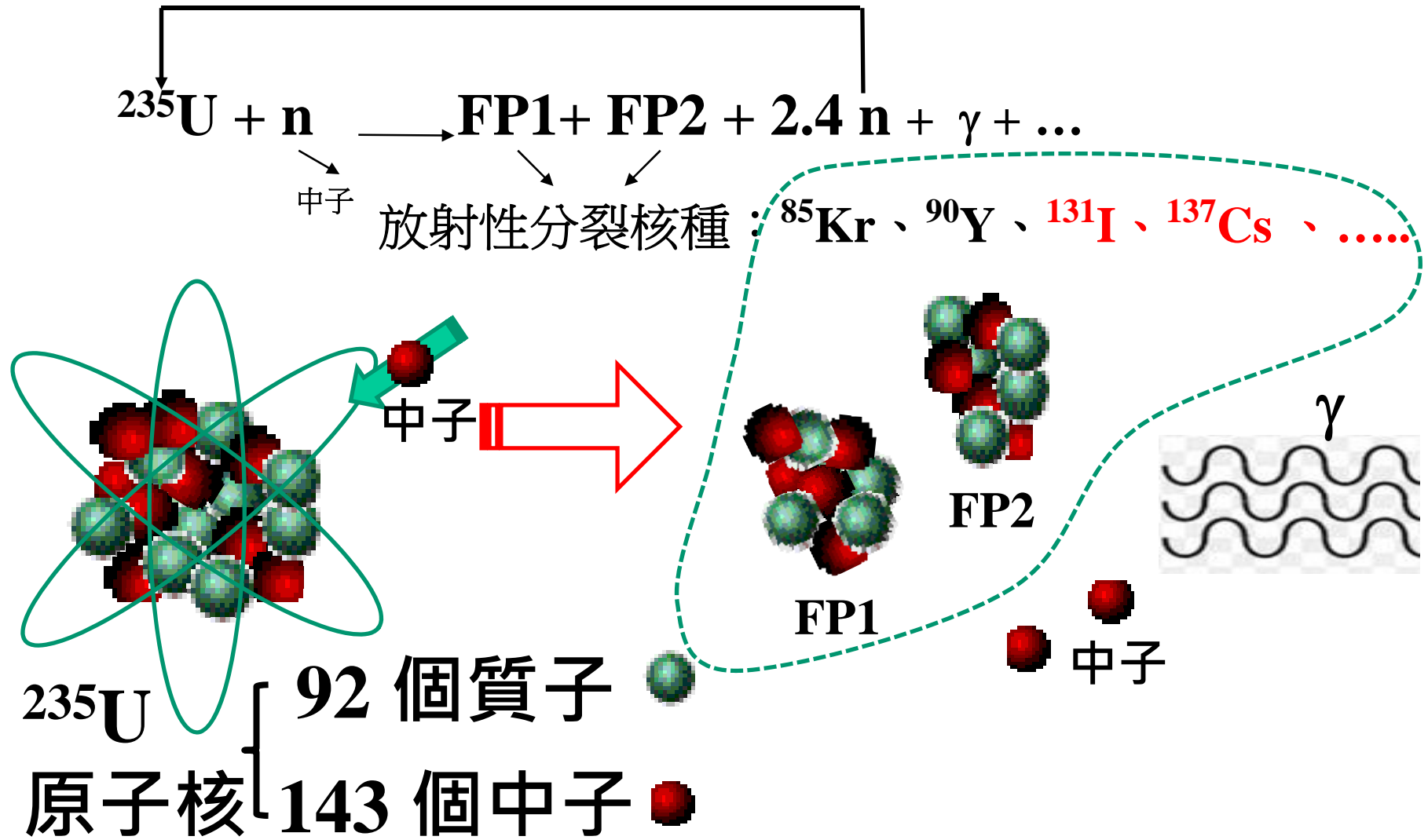
核能發電在各國的電力佔比

(依據IAEA 2008)

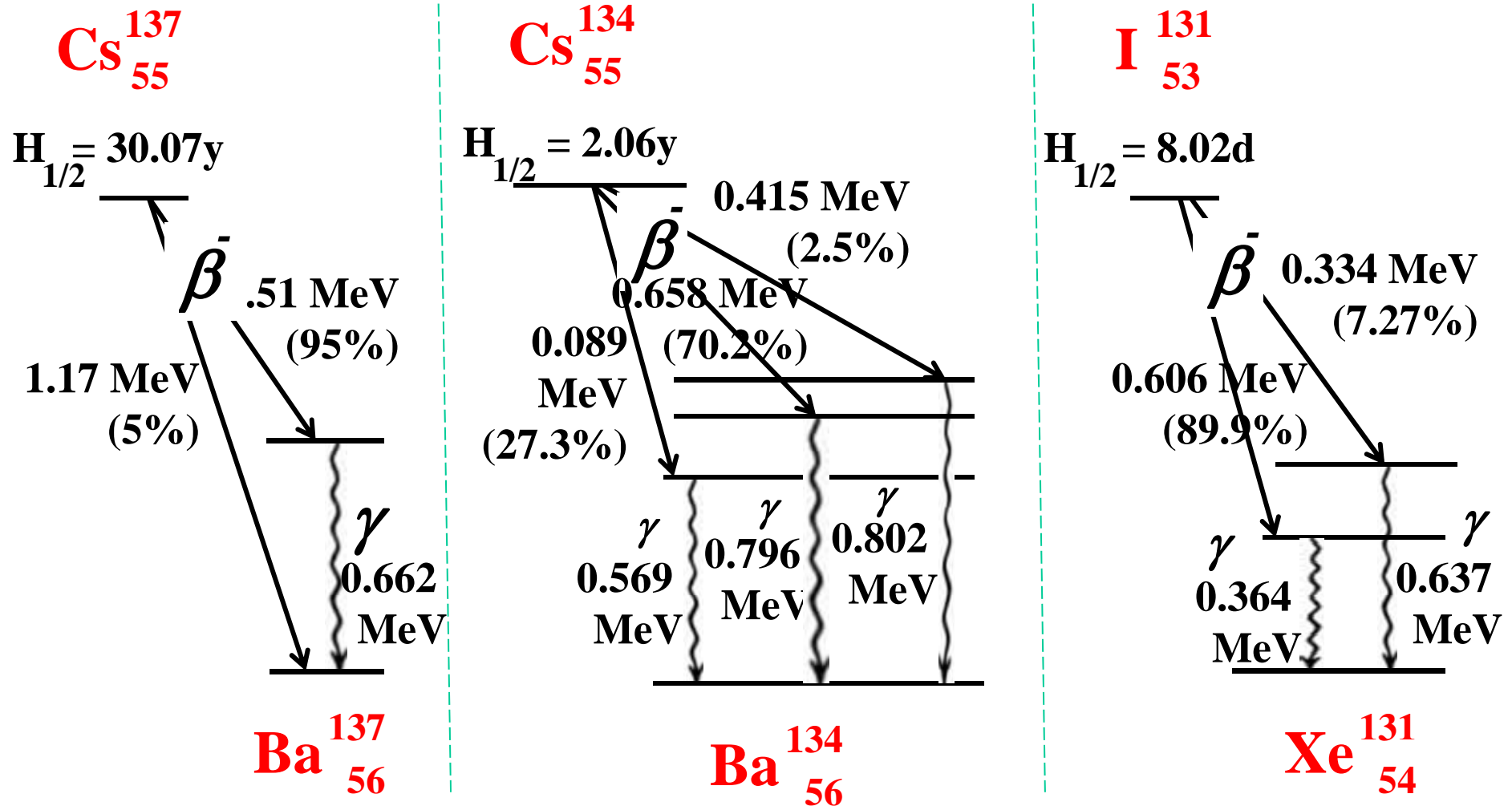


Source: IAEA (2008a).

鈾的核分裂反應

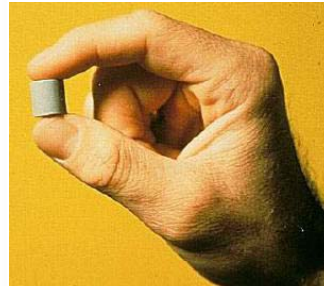


碘與銫的放射性

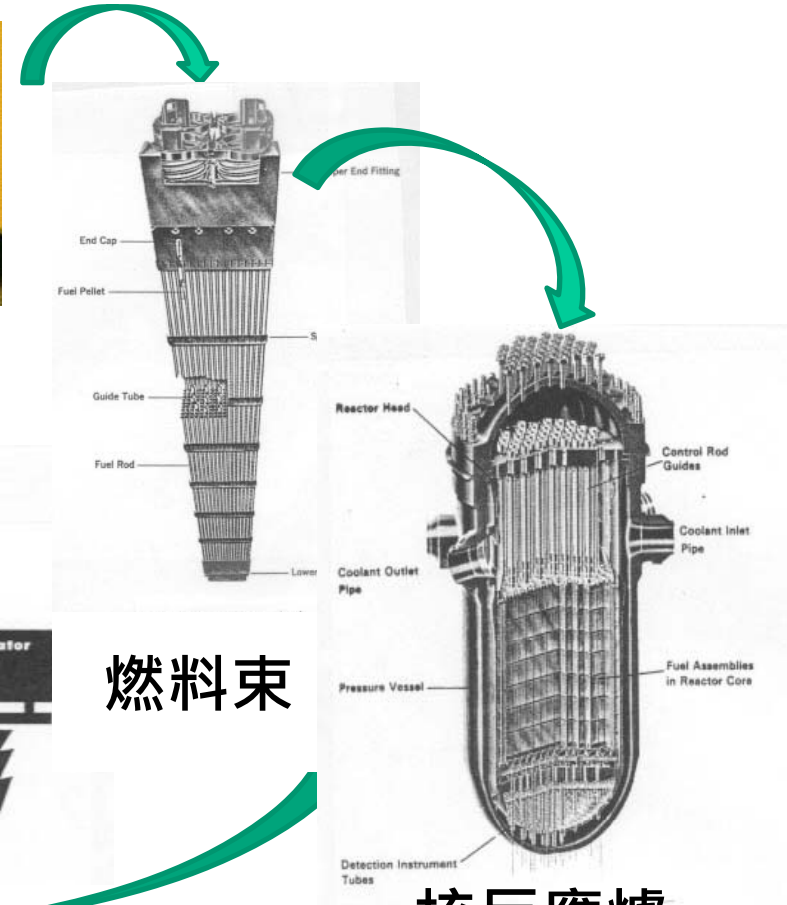


核能發電的原理

燃料數量	產生電力
一公噸煤	2400度
一公噸石油	4400度
一公噸天然氣	6500度
一顆核燃料丸	2200度



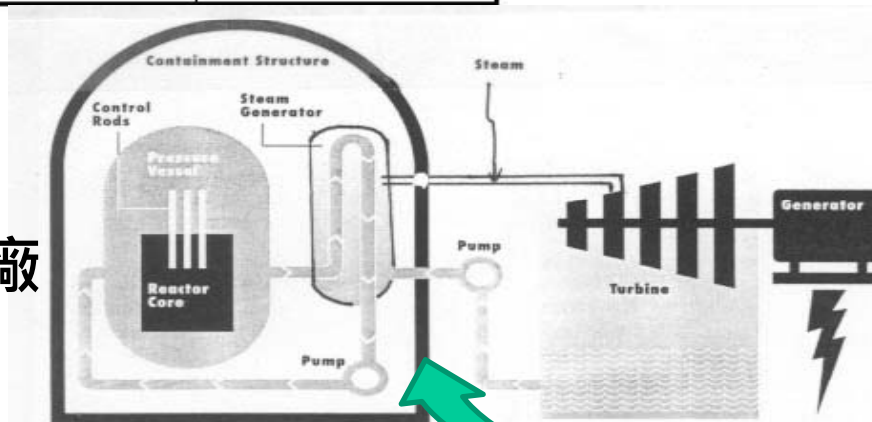
UO₂燃料丸



燃料束

核反應爐

核能電廠

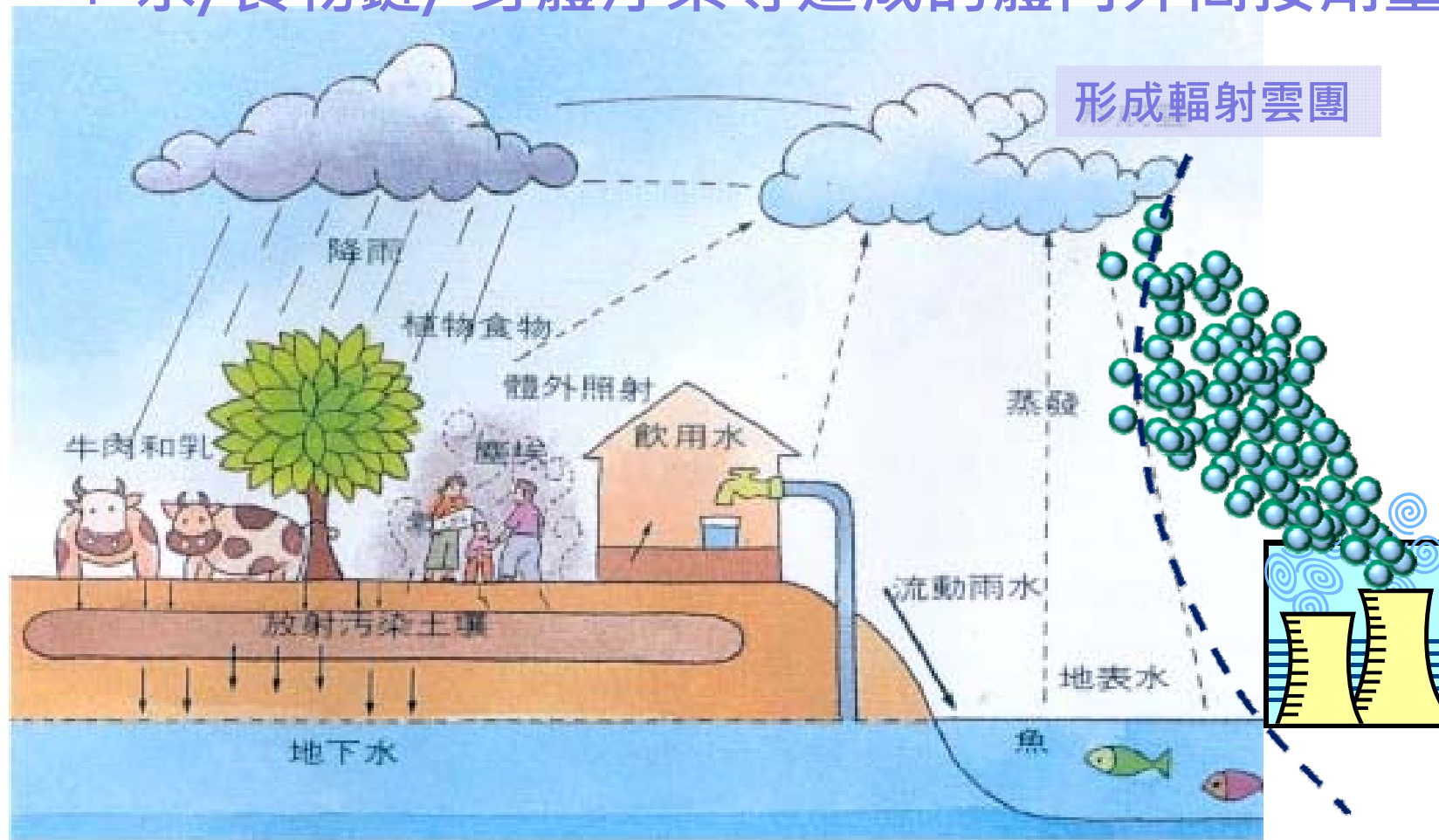


- 控制系統重要部件溫度和壓力
- 控制乏燃料池水位/溫度
- 控制各項緊急冷卻和輔助電源

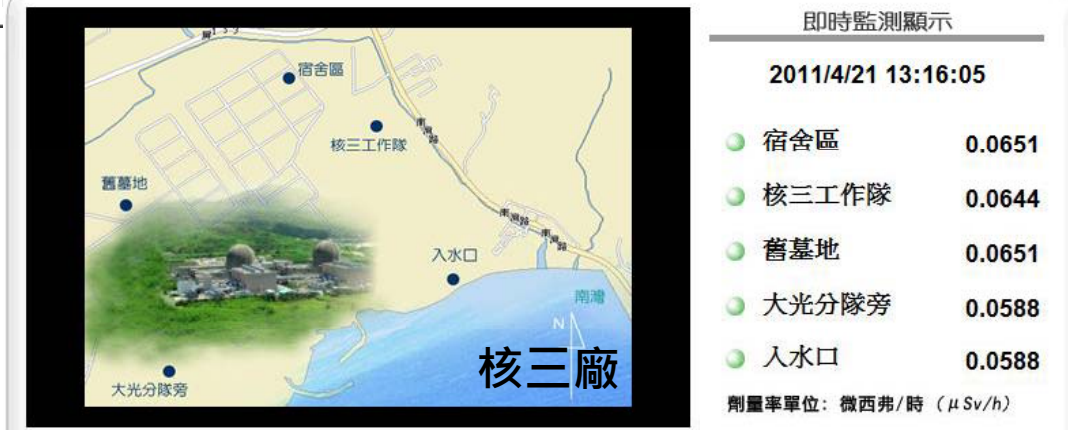
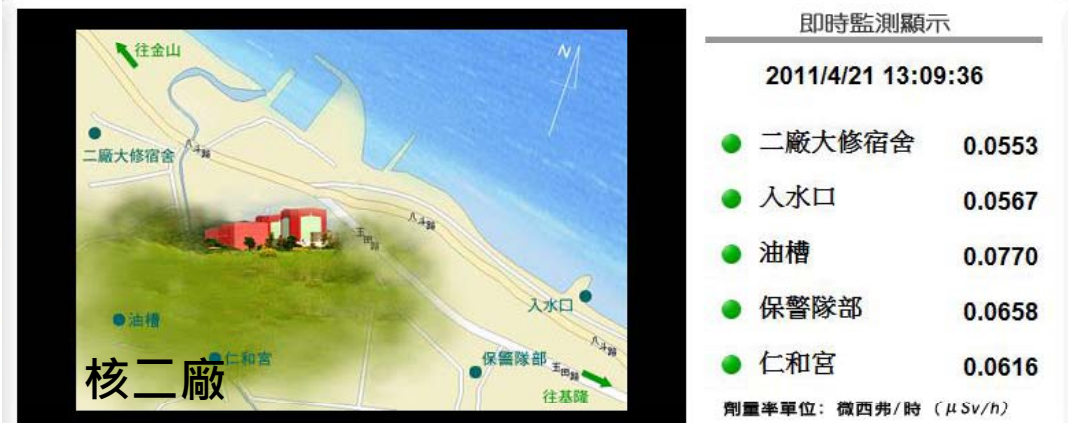
- 控制中子的反應速率
- 控制爐心水位/溫度/壓力

放射性物質外釋造成劑量的途徑

雲團及地面沉降放射性物質造成的直接輻射劑量
+ 水/食物鏈/ 身體汙染等造成的體內外間接劑量



台灣核能電廠廠界即時環境監測 案例



- 一般背景輻射範圍
<0.2微西弗/小時 ($\mu\text{Sv/hr}$)
- 加強偵測與調查
0.2~20微西弗/小時
- 超過環境調查基準
>20微西弗/小時
進行輻射緊急偵測

- 低於一般背景輻射範圍 (偵測值在 0.2 微西弗/時以下)
 - 加強輻射偵測與查證 (偵測值在 0.2~1.0 微西弗/時之間)
 - 超過環境調查基準輻射(1.0 微西弗/時)應立即調查
- 劑量率單位：微西弗/時 ($\mu\text{Sv/h}$)

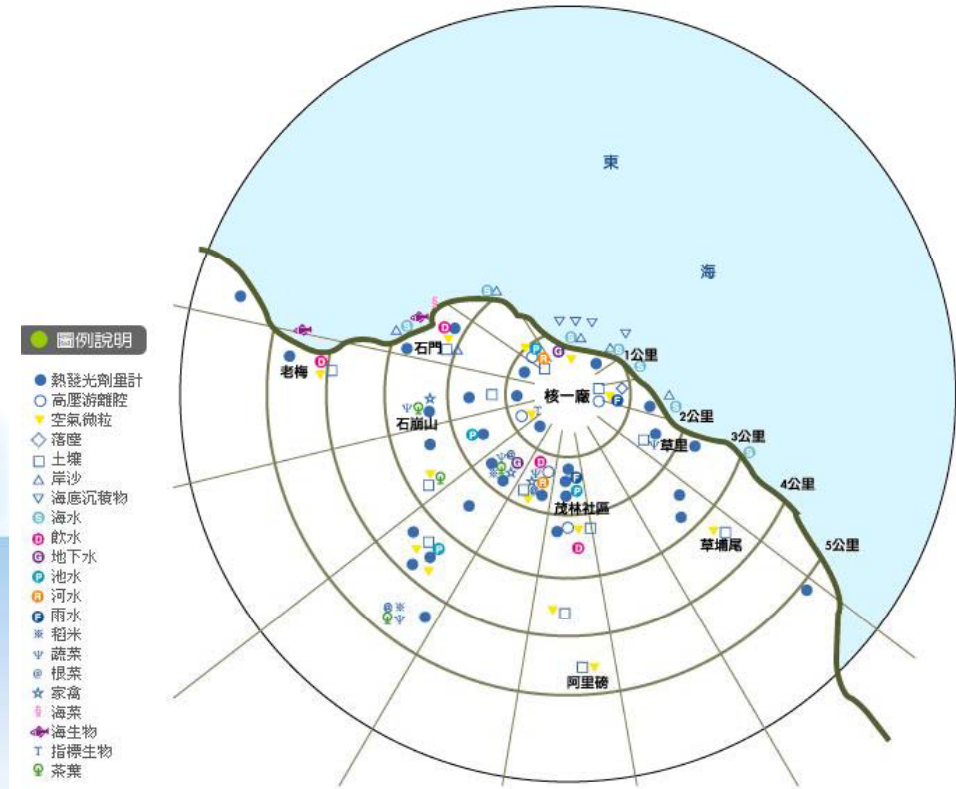
上述偵測限值取自原子能委員會網站

上述圖例取自台灣電力公司核能電廠環境輻射偵測簡介

台灣核能電廠附近環境監測 案例



即時環境監測



空氣/水/土壤/植物/指標生物等取樣偵測

資料取自台灣電力公司核能電廠環境輻射偵測簡介

台灣飲水及食品輻射限量標準

食品標準

項目	標準值
食品	碘-131 300貝克/公斤 銫-134+銫-137 370貝克/公斤
乳品及嬰兒食品	55 貝克/公斤

飲用水標準

項目	標準值
總阿伐	550 Bq/m ³
總貝他	1800 Bq/m ³
氡	740,000 Bq/m ³
鋇-90	300 Bq/m ³
鐳-226、鐳-228	740 Bq/m ³

飲用水中貝他及加馬所造成之年有效劑量限值為40微西弗

台灣核能電廠附近生物試樣監測案例

單位：貝克/公斤·鮮樣

各站平均值		碘-131		銫-137	
試樣別	廠別	94年	95年	94年	95年
牛 羊奶	核一廠	<MDA	—	<MDA	—
	核二廠	<MDA	—	<MDA	—
	核三廠	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	核四廠	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	調查基準	0.4		3.0	
蔬菜 (葉菜類)	核一廠	<MDA	<MDA	0.150	0.0719
	核二廠	<MDA	<MDA	0.349	0.0405
	核三廠	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	核四廠	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
	調查基準	4.0		74.0	
海生物 (海魚)	核一廠	**	**	0.056	0.0652
	核二廠	**	**	0.090	0.0651
	核三廠	**	**	0.027	<MDA
	核四廠	**	**	0.061	0.0394
	調查基準	**		74.0	

<MDA : 表示小於最低可測活度值。

** : 海生物試樣依規定不須分析碘-131

台灣核能電廠附近水樣監測案例

單位：貝克/公升

試樣別	各 站 平 均 值			調查基準	
	廠 別	94年	95年		運轉前背景值
海水 (核種) (氙)	核一廠	0.104	< MDA	---	1100
	核二廠	0.516	< MDA	55.1 *	1100
	核三廠	1.780	1.66	13.6 *	1100
	核四廠	0.363	< MDA	正執行背景調查	
飲水 (氙)	核一廠	1.330	< MDA	---	1100
	核二廠	1.360	< MDA	42.2 *	1100
	核三廠	0.225	< MDA	15.5 *	1100
	核四廠	< MDA	< MDA	正執行背景調查	
河水 (氙)	核一廠	< MDA	< MDA	---	1100
	核二廠	< MDA	< MDA	46.3 *	1100
	核三廠	< MDA	< MDA	---	1100
	核四廠	2.110	< MDA	正執行背景調查	

< MDA : 表示小於最低可測活度值。

--- : 運轉前背景偵測時，未執行該項分析。

* : 早年核爆落塵影響，測值略高。

資料取自台灣電力公司核能電廠環境輻射偵測簡介

台灣核能電廠附近空氣樣品監測案例

單位：毫貝克 ** /立方公尺

試樣別	各 站 平 均 值			原能會調查基準	
	廠 別	94年	95年		運轉前背景值
總貝他	核一廠	0.549	0.541	5.5 *	90
	核二廠	0.583	0.559	2.4 *	90
	核三廠	0.314	0.355	0.5	90
	核四廠	0.625	0.725	正執行背景調查	
碘-131	核一廠	< MDA	< MDA	< MDA	30
	核二廠	< MDA	< MDA	< MDA	30
	核三廠	< MDA	< MDA	< MDA	30
	核四廠	< MDA	—	正執行背景調查	

< MDA : 表示小於最低可測濃度值。

* : 早年核爆落塵影響，測值略高。

** : 貝克為度量放射性核種活度的單位（1貝克為核種每秒自發衰變一次）。

資料取自台灣電力公司核能電廠環境輻射偵測簡介

台灣核能電廠附近土壤/岸沙監測案例

單位：貝克/公斤·乾樣

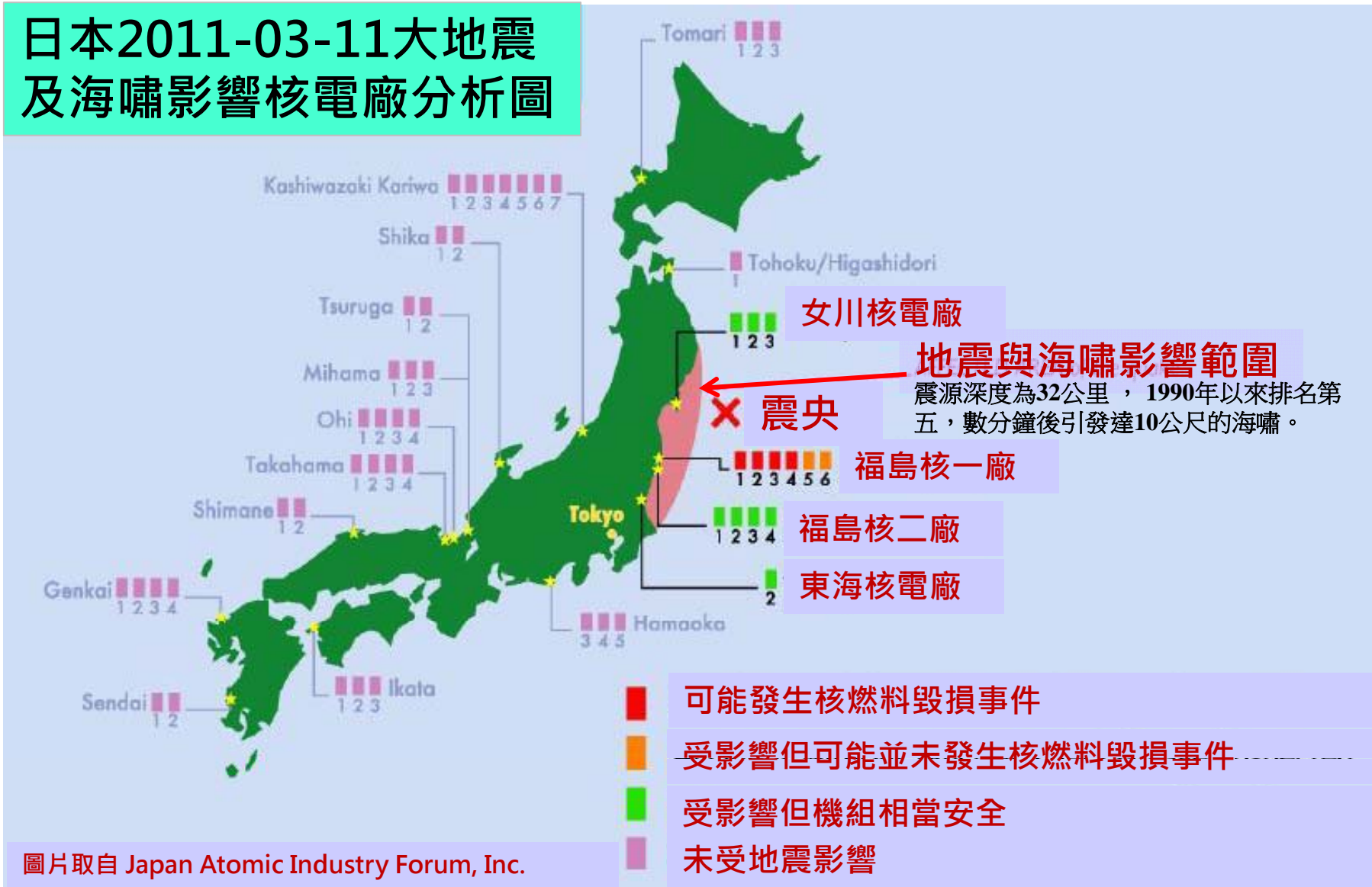
各站 平均值	樣 別	土 壤		岸 沙	
	廠 別	94年	95年	94年	95年
銫-137	核一廠	4.34	4.46	< MDA	< MDA
	核二廠	4.81	5.42	< MDA	< MDA
	核三廠	< MDA	< MDA	0.141	< MDA
	核四廠	5.01	5.28	0.048	< MDA
	調查基準	740		20	
鈷-60	核一廠	< MDA	—	< MDA	—
	核二廠	< MDA	—	0.140	—
	核三廠	< MDA	—	< MDA	—
	核四廠	< MDA	—	< MDA	—
	調查基準	110		110	

< MDA : 表示小於最低可測濃度值。

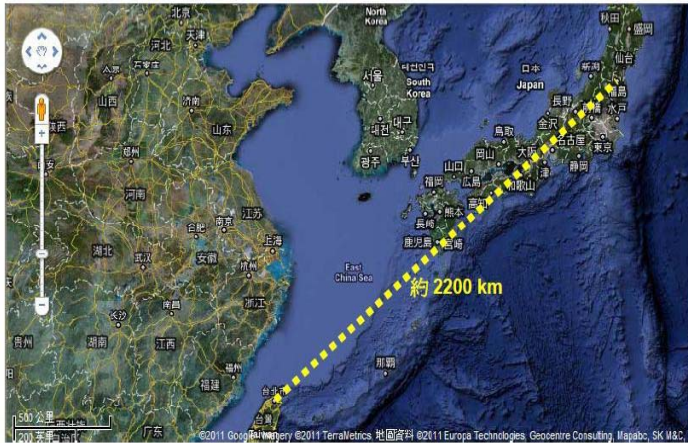
— : 表示未測得。

參、日本福島核一廠核災

日本2011-03-11大地震及海嘯影響核電廠分析圖



參、日本福島核一廠核災



離東京都會區 240公里
離台北 2200公里



福島核一廠廠區事故前空照圖



福島核一廠廠區略圖



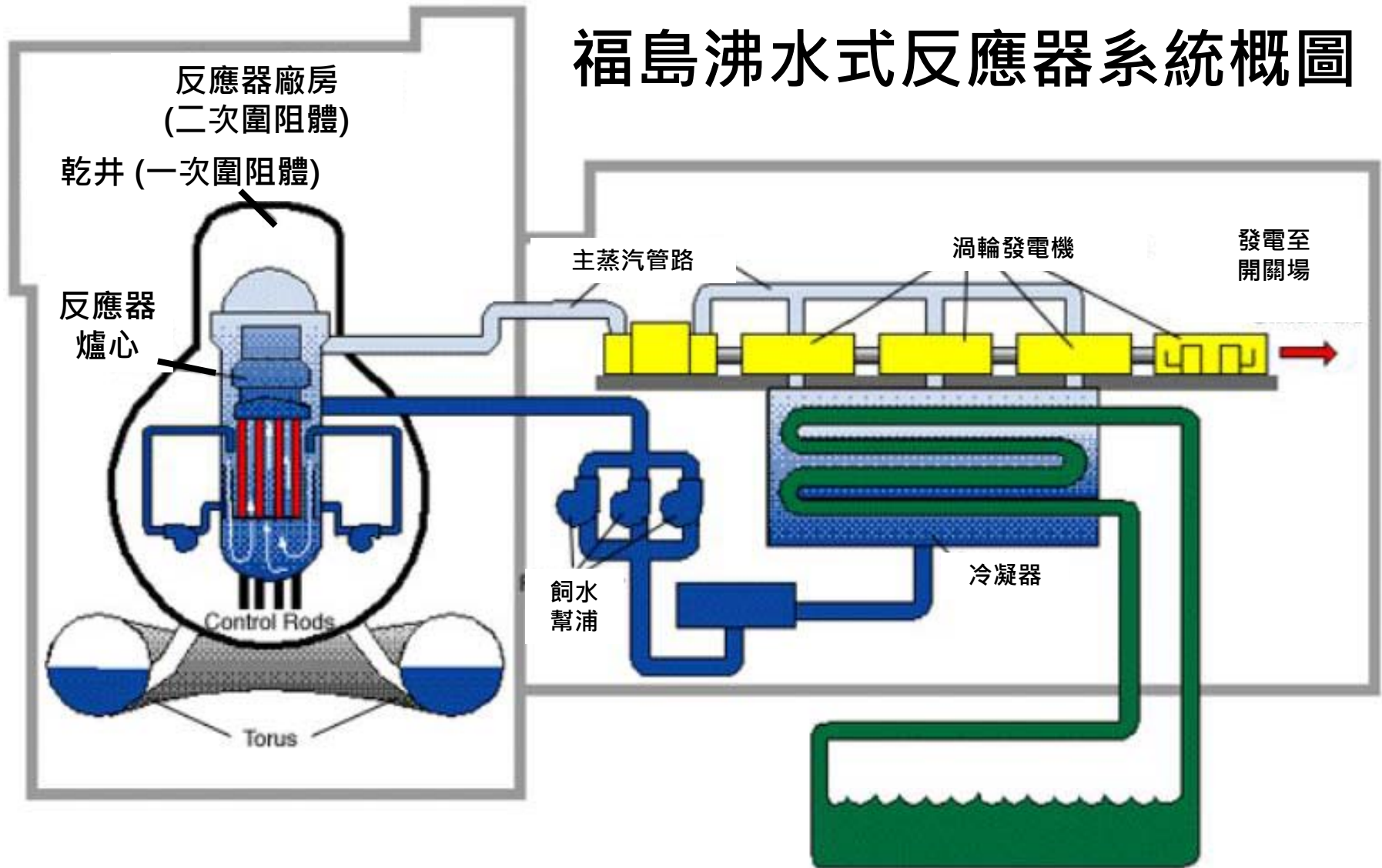
福島核一廠基本資料

機組	沸水式反應爐型號	開始運轉日期	總裝機容量	反應爐廠商	建築設計	土木工程	燃料型式
1號機	BWR-3	1971 03.26	460MW	GE	Ebasco	鹿島建設	鈾燃料
2號機	BWR-4 ^[2]	1974 07.18	784MW	GE	Ebasco	鹿島建設	鈾燃料
3號機	BWR-4	1976 03.27	784MW	Toshiba	Toshiba	鹿島建設	鈾鈷混合 ^[1] MOX燃料
4號機	BWR-4	1978 10.12	784MW	Hitachi	Hitachi	鹿島建設	鈾燃料
5號機	BWR-4	1978 04.18	784MW	Toshiba	Toshiba	鹿島建設	鈾燃料
6號機	BWR-5	1979 10.24	1,100MW	GE	Ebasco	鹿島建設	鈾燃料

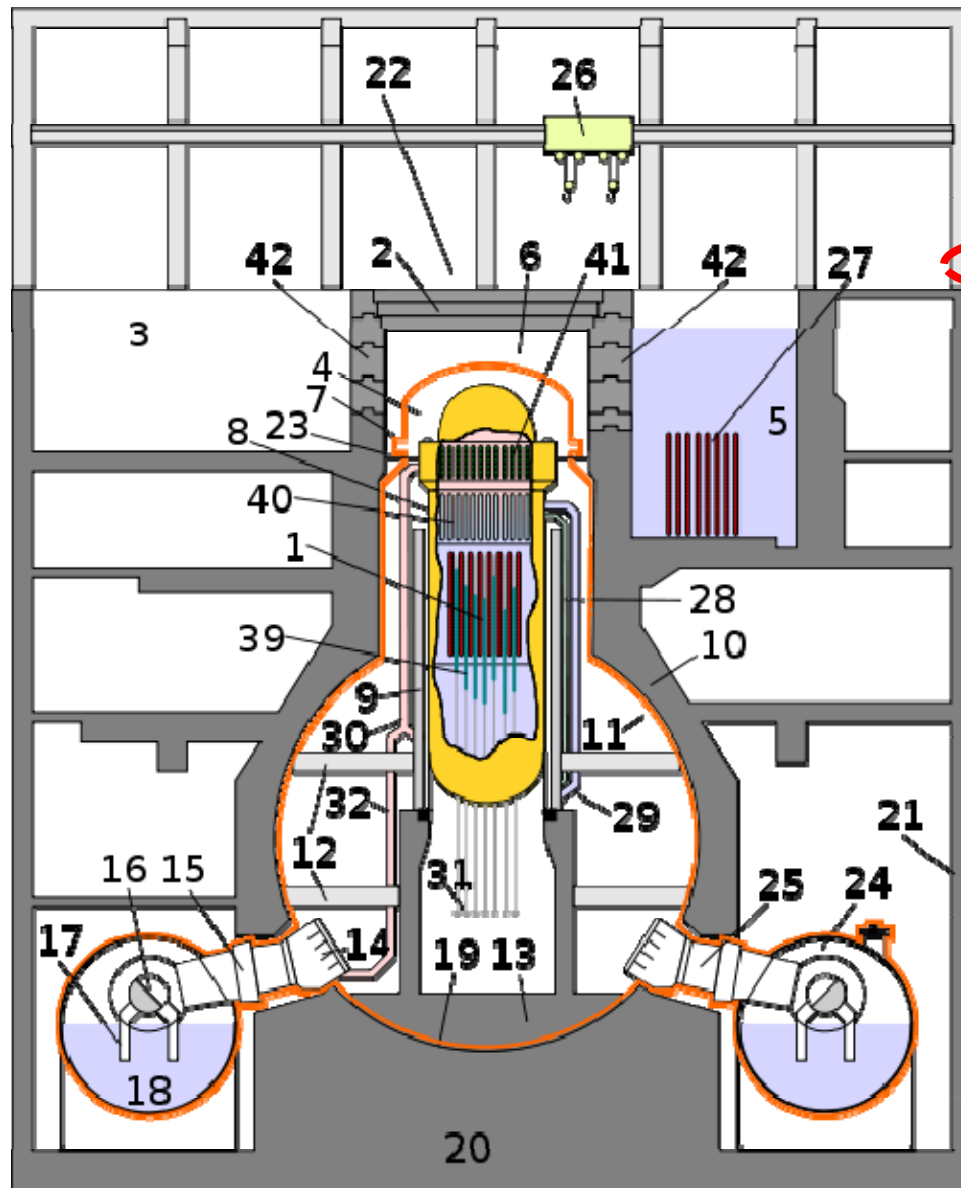
[1] MOX燃料係利用鈾的耗乏燃料中的鈷。一般情況下，乏燃料中鈷的含量為 1%，其中2/3的物質具有放射性，鈷239占50%，鈷241占15%，

[2] 與台電核一廠相同型式

福島沸水式反應器系統概圖



福島沸水式反應器廠房概圖



1至5號機使用的典型沸水反應爐馬克1號
截面圖。

橘色的部份為主要圍阻體結構，

1：爐心包含燃料棒與反應控制棒39，

5：乏燃料池， 8：壓力槽，

10：混凝土屏蔽牆， 11：乾井，

18：水（濕井），

19：圍阻體，上方的混凝土封蓋2可開
啟交換燃料，

20：底部基座， 21：反應爐外建築物，

22：燃料更換平台， 24：抑壓室，

25：排氣口，

26：起重機，用來搬運燃料棒及替換組件，

27：乏燃料， 28：冷凝液管，

29：冷水管，來自渦輪發電機組，

30：蒸氣管，往渦輪發電機組，

39：反應控制棒，由31調整插入深度調
節反應。

抑壓室在底部基座周圍形成一個環形槽

福島核一廠廠區事故發生前照片



照片取自 The New York Times

福島核一廠廠區事故發生後照片 (2011.03.18)



照片取自 The New York Times

福島核一廠核災發生時序簡要(1)

時間	重要事件
3/11 14:46	發生地震，機組自動停機。 正常電源喪失，備用柴油發電機於1小時後亦故障。準備進行電源車電纜接線作業。
3/11 21:23	內閣總理大臣下令： 半徑3km內居民撤離。10km內居民家中掩蔽。
3/12 02:00	1號機一次圍阻體壓力上升，預測可能達到600kPa (設計值為400kPa)。
3/12 04:00	1號機一次圍阻體壓力上升至約840kPa。
3/12 05:44	內閣總理大臣下令半徑10km內居民撤離。
3/12 09:30	1號機一次圍阻體進行洩壓作業。
3/12 14:40	再次進行1號機圍阻體洩壓作業，蒸汽開始洩出。
3/12 15:36	1號機一次圍阻體外之廠房(二次圍阻體)爆炸

福島核一廠核災發生時序簡要(2)

時間	重要事件
3/12 18:25	內閣總理大臣下令半徑20km內居民撤離。
3/12 20:20	將硼酸及海水注入1號機反應爐。
3/13 05:10	3號機反應爐注水系統無法運轉。
3/13 09:25	利用消防水泵將含硼水補入3號機反應爐。
3/13 11:00	3號機一次圍阻體開始洩壓作業。
3/13 11:55	利用消防水泵將淡水補入3號機反應爐。
3/13 13:12	改用海水補入3號機反應爐。
3/14 01:10	1、3號機注水中斷。3:20 3號機恢復注水。
3/14 11:01	3號機廠房發生爆炸。

福島核一廠核災發生時序簡要(3)

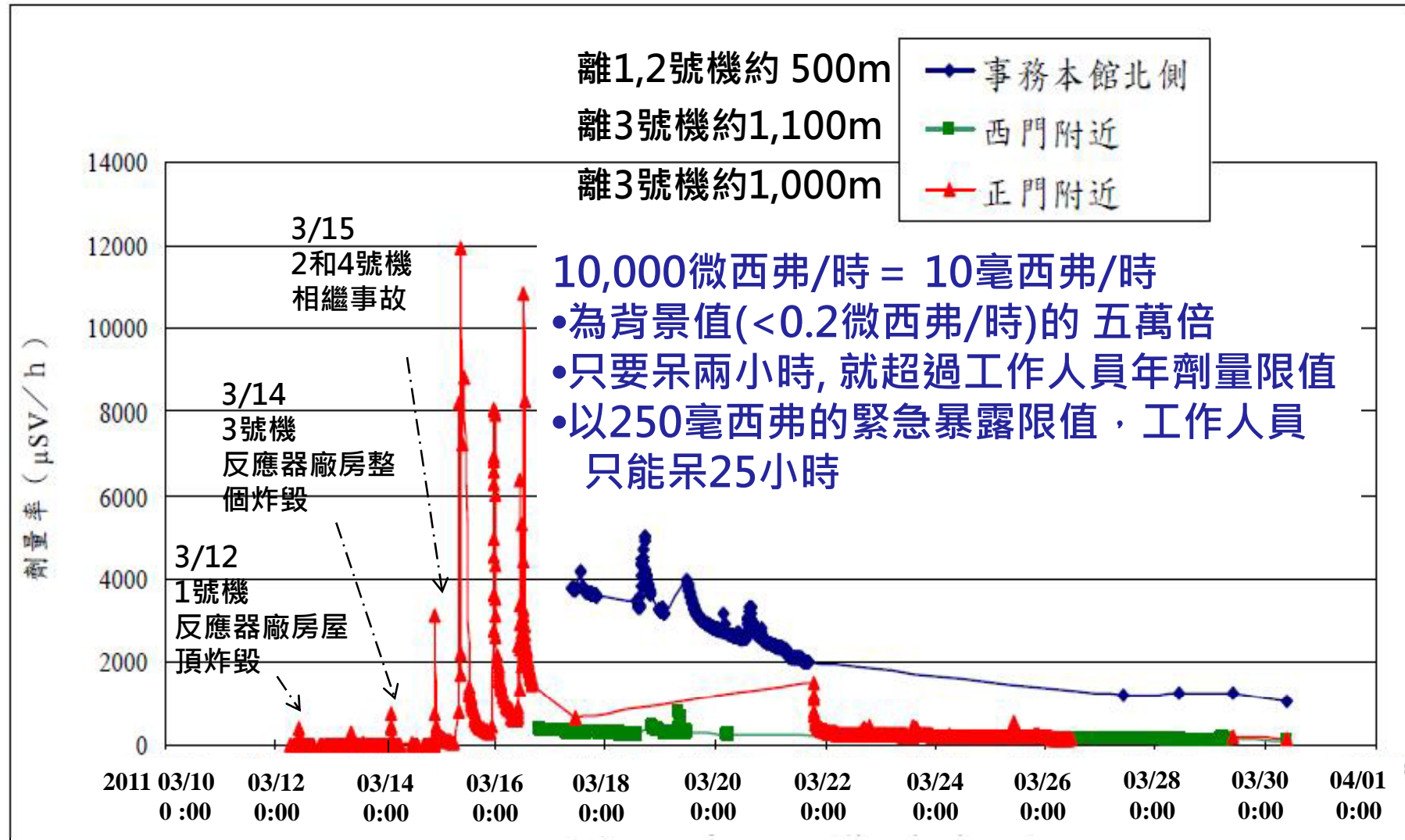
時間	重要事件
3/14 13:25	2號機喪失冷卻能力，將海水注入2號機反應爐
3/14 17:16	2號機反應爐水位下降至燃料頂端。
3/14 18:06	2號機開啟反應爐釋壓閥，反應爐開始減壓。
3/14 20:05	2號機海水泵重新起動注水。
3/15 06:14	2號機 發生氫爆，抑壓池(屬一次圍阻體)可能受損，東電通告與注水作業無關人員撤離。
3/15 08:54	4號機 用過燃料池(位於二次圍阻體頂樓)區域失火。由東電公布4號機火災後照片顯示反應器廠房外牆崩塌，4樓出現大洞。火勢 11:00撲滅。 內閣總理大臣下令半徑30km內居民撤離。
3/15 11:42	1及3號機部分爐心燃料露出水面。控制室撤離。
3/15 21:05	2號機部分爐心燃料露出水面。控制室撤離。

福島核一廠機組截至2011-04-11之狀況

機組	1	2	3	4	5	6
功率(MW)	460	784	784	784	784	1100
地震前機組狀態	運轉中-地震後自動停機			地震前因維修作業已停機		
爐心燃料數數目	400	548	548	0	548	764
爐心燃料受損率	70%	30%	25%	無燃料棒	未受損	未受損
一次圍阻體完整性	未受損 (評估)	疑受損 (有洩漏)	未受損 (評估)	未受損	未受損	未受損
二次圍阻體完整性	嚴重受損 (氫爆)	局部受損	嚴重受損 (氫爆)	嚴重受損 (氫爆)	頂樓開通風孔 避免氫氣累積	
爐心注水	持續注淡水			不需要	不需要	不需要
用過燃料池 燃料數目	292	587	514	1331	946	876
用過燃料池完整性	未知	未知	疑受損	可能受損	未受損	未受損
用過燃料池注水	持續注淡水				恢復冷卻	

本表係重新整理自原子能委員會4/11公佈資料

福島核一廠廠區附近直接輻射劑量變化圖 3/10~4/1

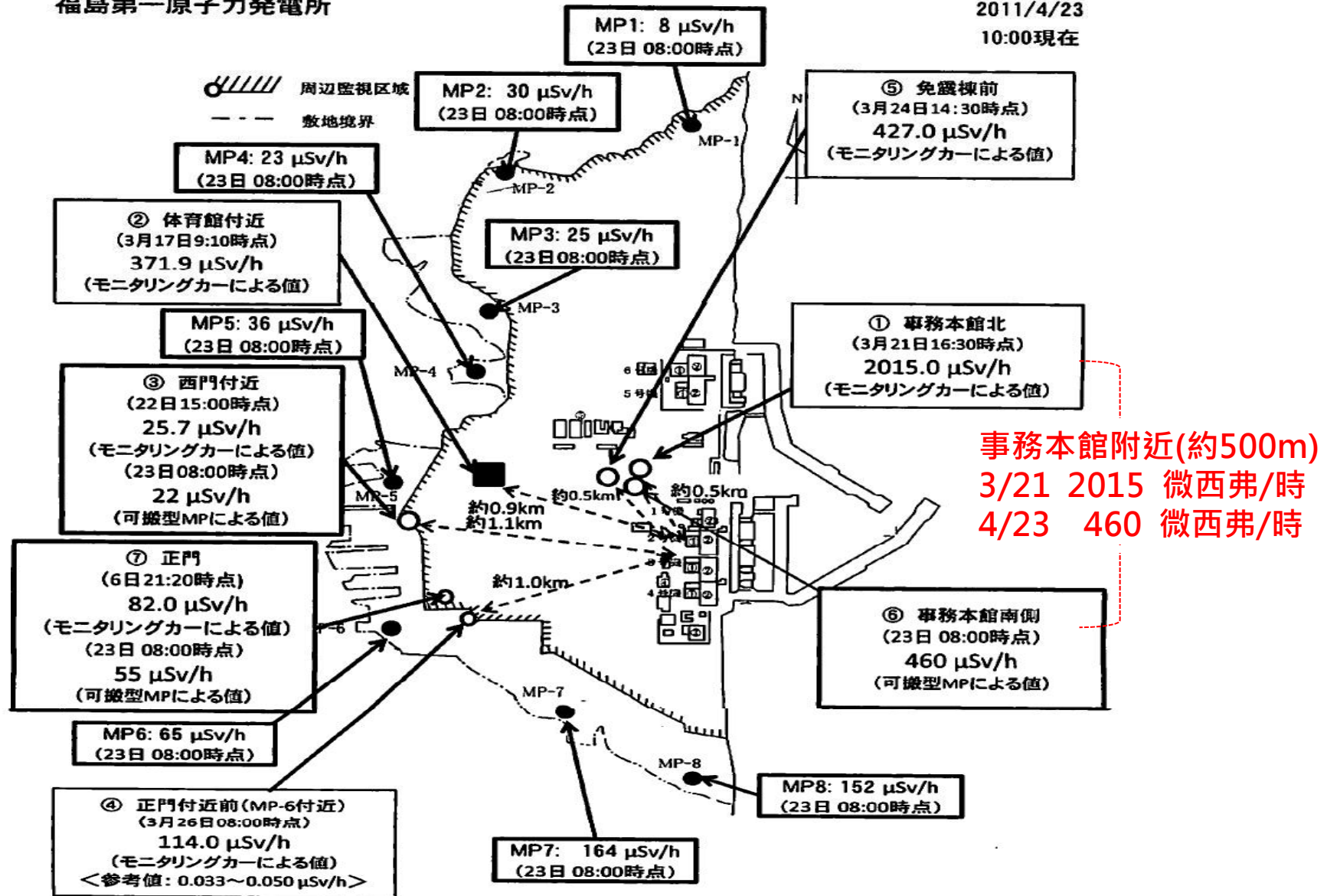


本圖摘自原子能委員會 核子事故緊急應變法規暨體系介紹 蘇軒銳 100年4月6日

福島核一廠廠區附近直接輻射劑量變化圖 4/23

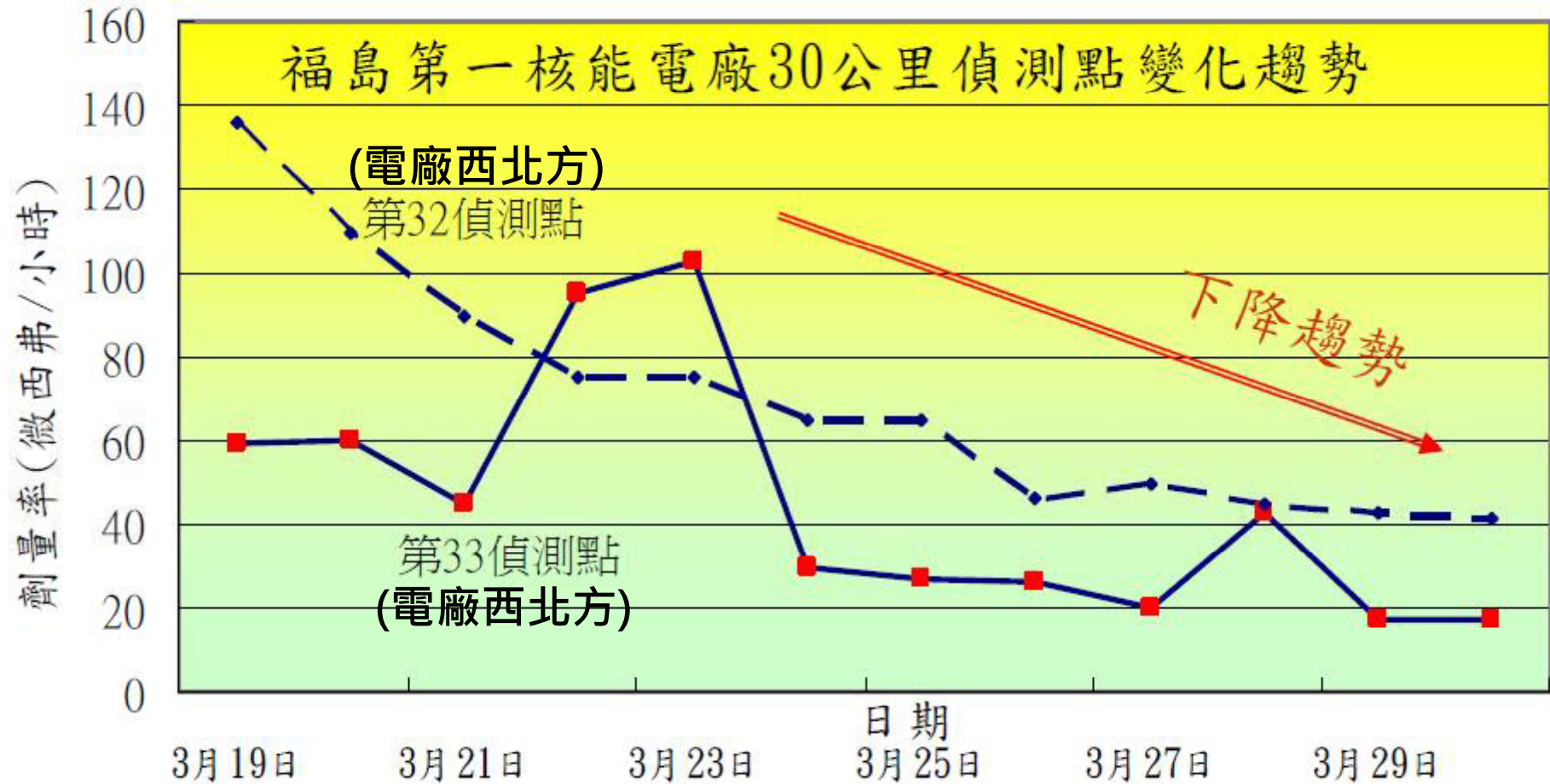
福島第一原子力発電所

2011/4/23
10:00現在



本圖摘日本原子力安全及保安院(NISA) 4/23網站公告

福島核一廠30km處偵測點直接輻射劑量變化圖



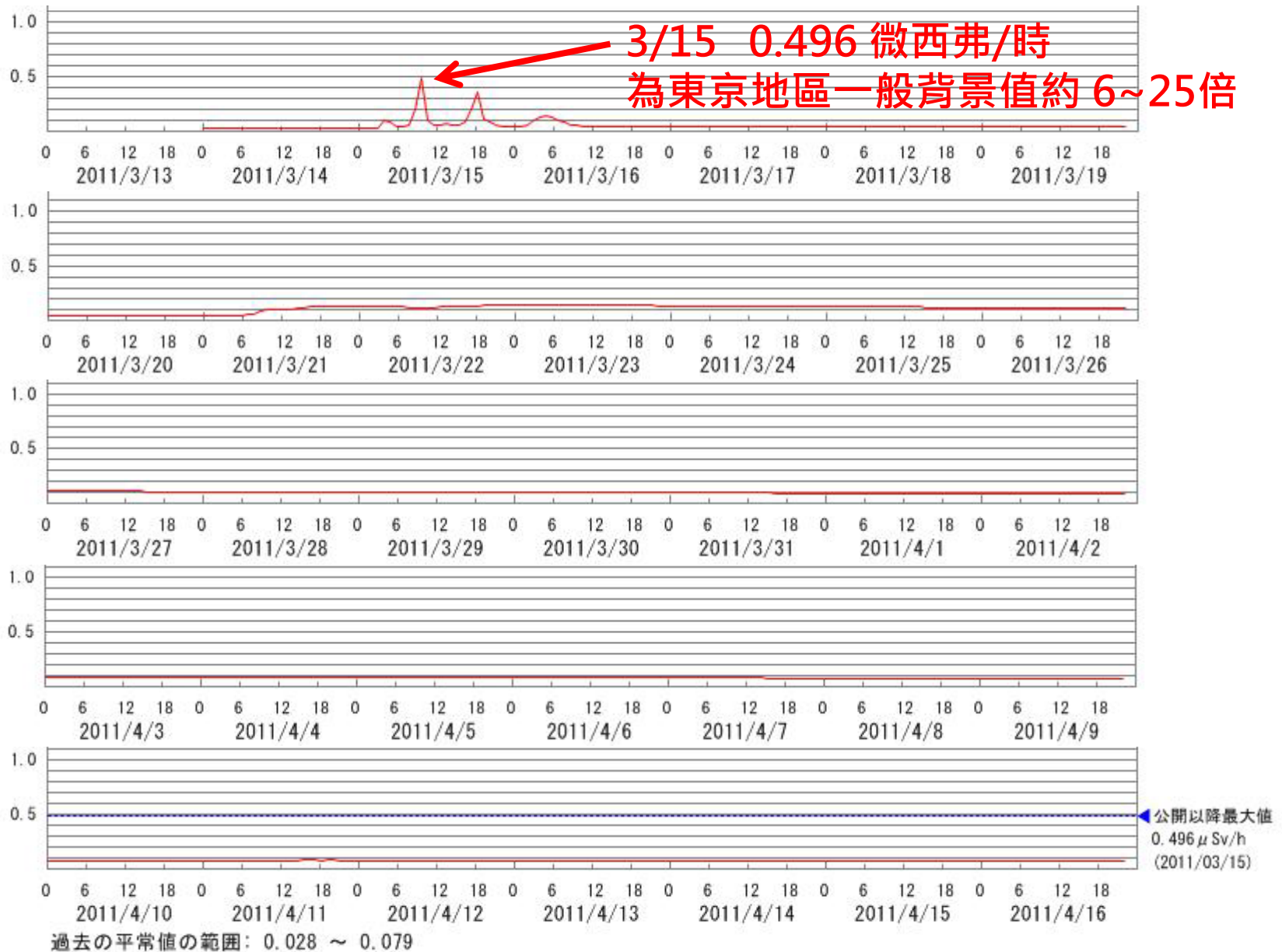
本圖摘自原子能委員會 核子事故緊急應變法規暨體系介紹 蘇軒銳 100年4月6日

福島核一廠20~30km處偵測點 4/23直接輻射劑量變化圖



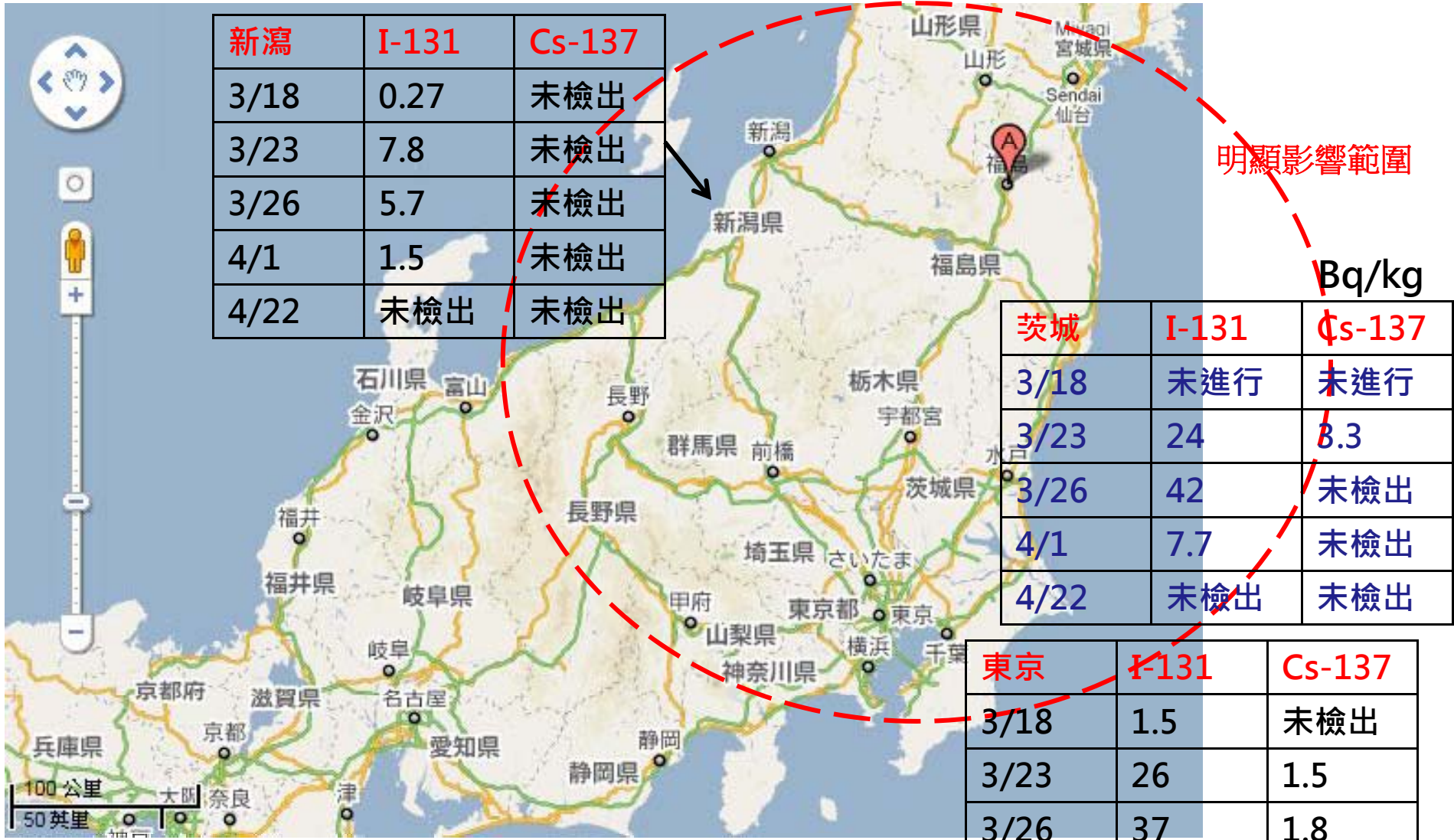
本圖摘日本原子力安全及保安院(NISA) 4/23網站公告

東京都地區直接輻射劑量變化圖



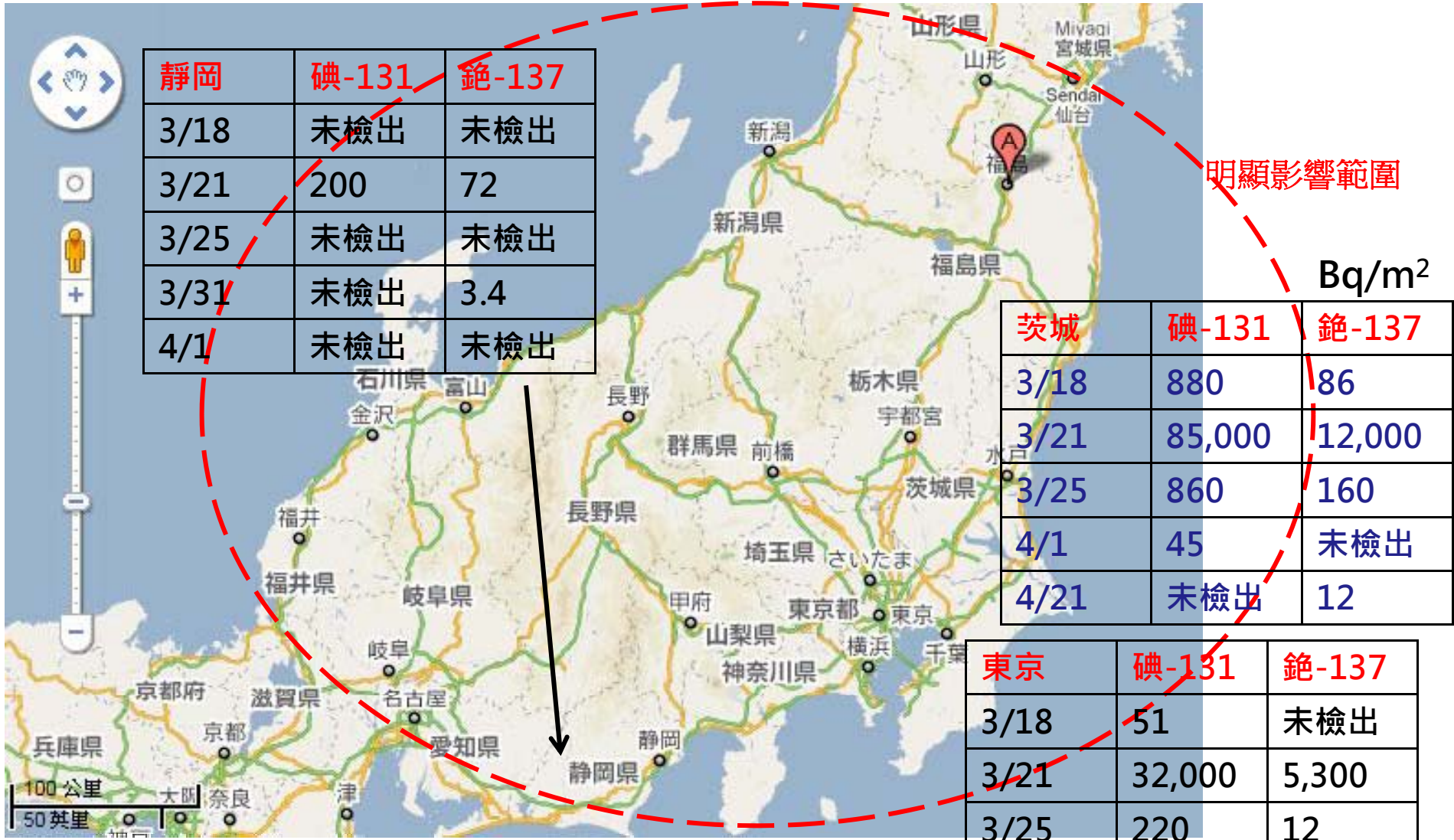
本圖摘日本文部科學省 4/23網站公告

日本各地水源放射線強度監測結果



相關數據摘日本文部科學省 4/23網站公告
 日本飲水輻射強度限值 成人 I-131 300Bq/kg, Cs-137 200Bq/kg,
 嬰兒 I-131 100Bq/kg

日本各地沉降物放射線強度監測結果



相關數據摘日本文部科學省 4/23網站公告

國際原子能總署(IAEA)

在日本各地其他各項輻射監測簡要彙總

日期	海洋監測 (貝克/公升)	蔬菜/食物 (貝克/公斤)	人員劑相關量 (毫西弗)
4/17~4/18	電廠出水口 I+Cs <20,000 離岸15km I+Cs <500	<ul style="list-style-type: none"> •福島附近9個縣海產及乳品均未檢出或低於限值 •福島縣椎耳 I 和Cs仍超標 	累計已有電廠人員28名累積劑量 > 100, 但 <250
4/10~4/15	增加對離岸3km和8km之監測， 160>I>40 200>Cs>40	<ul style="list-style-type: none"> •福島附近9個縣蔬菜/肉類/乳品均未檢出或低於限值 •福島縣部分蔬菜及海產檢出 I 和Cs超標 	
4/1~4/7	電廠出水口 107,000>I>35,000 40,000>Cs>15,100	<ul style="list-style-type: none"> •茨城菠菜 I 超標 •福島附近12個縣134樣本均未檢出或低於限值 •福島縣的菇類 I 和Cs仍超標 	累計已有電廠人員21名累積劑量 > 100, 但 <250
3/27~3/30	電廠出水口 180,000>I>11,000 63,000>Cs>1,900	<ul style="list-style-type: none"> •來自福島、茨城等至少三個縣的菜類/牛肉 I 和 Cs超標 	3/30兩名東電員工被發現死於4號機汽機廠房B1

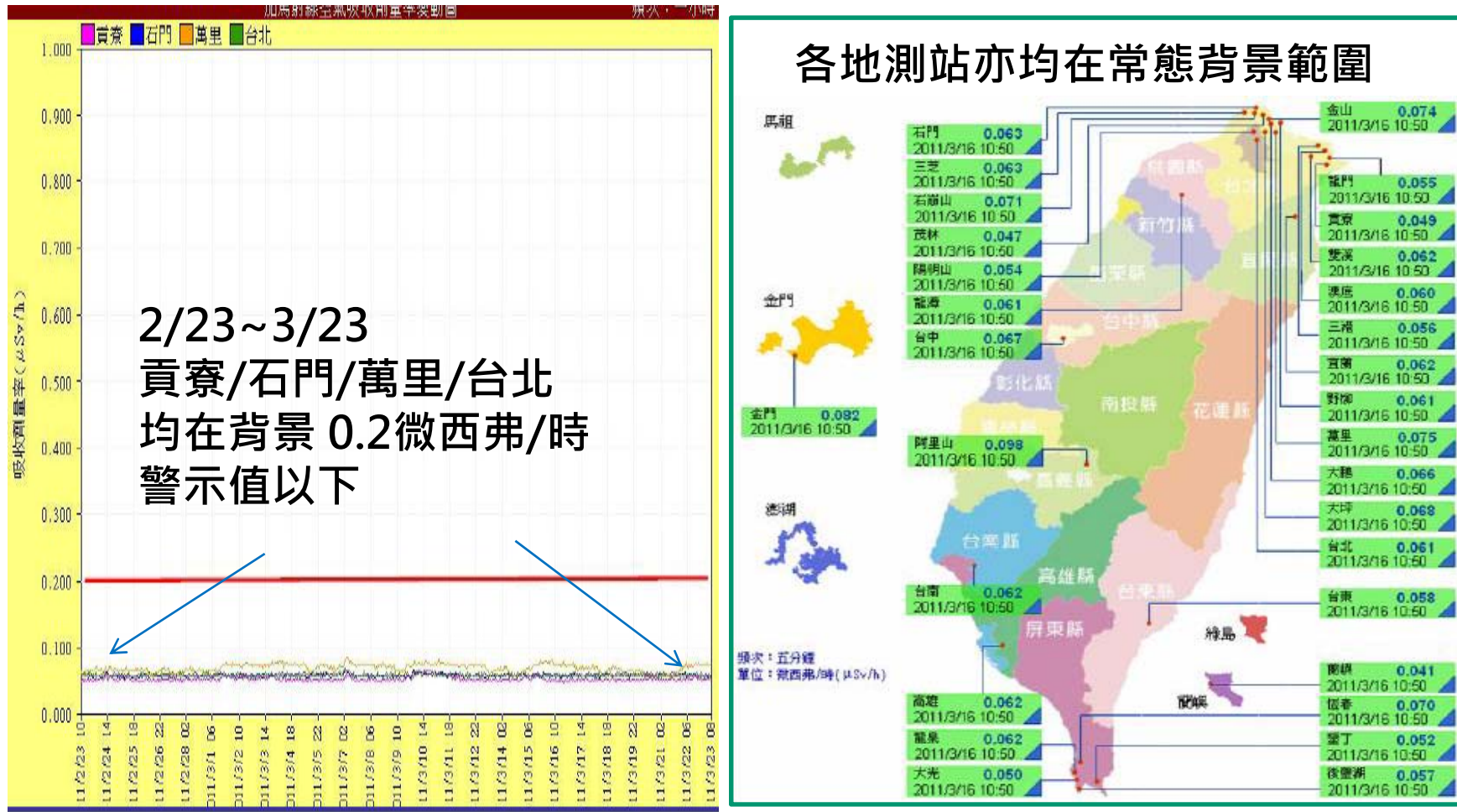
參考 IAEA 福島狀況報導, 上述 I 和 Cs 相關排放數字為依據報導內文約略統計。

重要歷史核能意外與福島核災嚴重程度分級

等級分類	民眾與環境影響	設施內輻射障蔽與控制
7級 (重大事故)	1986年蘇聯車諾比電廠爐心熔毀，大量放射性物質外釋與擴散，造成廣大民眾健康與環境受到影響。	
6級 (嚴重事故)	1957年蘇聯Kyshtym高活度廢料桶爆炸，造成大量放射性物質外釋到環境。	
5級 (廣泛影響事故)	1957年英國Windscale 電廠爐心發生火災，造成放射性物質外釋到環境。 2011年日本福島核電一廠1至3號機因規模9.0的地震引發海嘯導致爐心融毀，造成放射性物質外釋到環境。	1979年美國三哩島電廠反應器爐心嚴重受損。
4級 (局部影響事故)	1999年日本東海村核設施發生臨界事故，工作人員受到致死劑量。	1980年法國Saint Laurent des Eaux電廠爐心中一組燃料熔毀，放射性物質未外釋廠址外。
3級 (嚴重意外事件)	無案例。	2005年英國Sellafield電廠設施受到大量放射性物質污染。
2級 (意外事件)	2005年阿根廷Atucha電廠一位工作人員接受輻射曝露超過年劑量限值。	1993年法國Cadarache電廠設施內發生重大污染事件。
1級 (異常事件)		

肆、福島核災對台灣的影響

福島核電廠事故後台灣的直接輻射劑量監測



本圖摘自原子能委員會 核子事故緊急應變法規暨體系介紹 蘇軒銳 100年4月6日

3/31 原能會測得空氣中 I-131 為 每 m^3 各為0.0002及0.00006貝克，吸收此微量I-131，約僅增加 0.01微西弗/年

福島核電廠事故對台灣的輻射劑量最保守影響評估

甲狀腺劑量評估

- **保守假設日本福島核一、二廠10部機組爐心內的碘-131(I-131)全部排放**
 - 估計為 2.4×10^{19} 貝克(Bq)，約為車諾比事件國際預估的碘-131排放量的13倍
- **民眾甲狀腺接受之最大劑量率為43微西弗/時，7天累計劑量為7.3毫西弗(mSv)，未達「核子事故民眾防護行動規範」之使用碘片干預基準100毫西弗**
- **因此不需服用碘片**

全身有效劑量評估

- ◆ **保守假設日本福島核一、二廠10部機組爐心內的放射性物質全部排放**
- ◆ **民眾全身接受之最大有效劑量率為152微西弗/時**
- ◆ **2天累計劑量為7.2毫西弗，未達「核子事故民眾防護行動規範」之掩蔽干預基準10毫西弗**
- ◆ **7天累計劑量為25.5毫西弗，未達「核子事故民眾防護行動規範」之疏散干預基準50-100毫西弗**
- ◆ **因此不需掩蔽或疏散**

(依據原子能委員會公佈之劑量評估資料)

評估假設

- 台灣位於福島之下風方向，福島核電廠距離台灣2200公里，– 風速為5公尺/秒
- 放射性物質由福島核電廠至台灣所需時間約為120小時
- 採用高斯煙羽模式(Gaussian Plume Model) 中心線 $\chi/Q=1/(\pi\sigma_y\sigma_z)$ 平均 $\chi/Q=2.032/(\sigma_z u_x)$
- 假設福島電廠廠界劑量高值距事故排放點1公里，則距離140公里處會降低6萬5千倍，推估距離2200公里處(台灣)會降低100萬倍(利用距離反比公式 $(1/x)$ 推估)

伍、結論

1、福島電廠事件總共四座反應爐失去爐心或乏燃料池冷卻功能，確實是商用核電廠運轉以來絕無僅有，顯示舊的電廠設計概念可能難以抵擋地球環境變遷的可能重大連結性災害。台灣的核電廠應該要做一次類似評估和總體檢。



2、福島核災對台灣的環境輻射影響極為低微，不應恐慌。來自日本的農漁食品/商品及人員，已有適當監測。

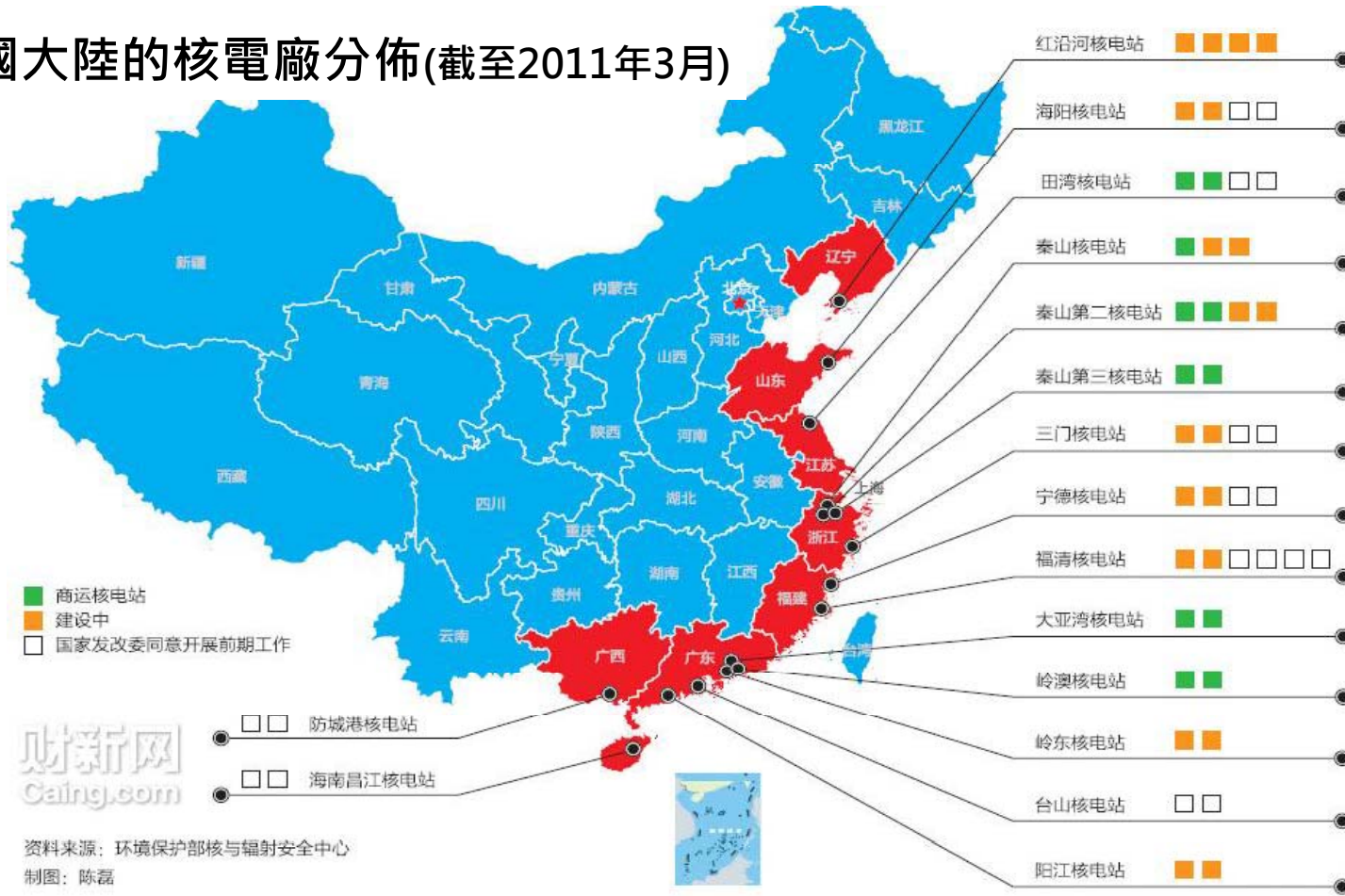


碘鹽	碘片
每1公克鹽含15.4微克碘	錠劑包裝，130毫克碘/錠 相當於 130,000微克碘//錠
WHO建議碘攝入量成人 150微克/天，故成人每日 建議使用台鹽加碘鹽每日約 6~10克。	每人兩日份預先發予緊急計畫區 內民眾保管，另兩份集中保管， 於事故發生時，視需要發給民眾。
正常每日碘安全攝取量上限 WHO 1,000微克/天	核能事故時，建議攝取量 成人 130毫克， 每日一錠 孕婦及3~12歲， 每日半錠 三歲以下 每日1/4錠

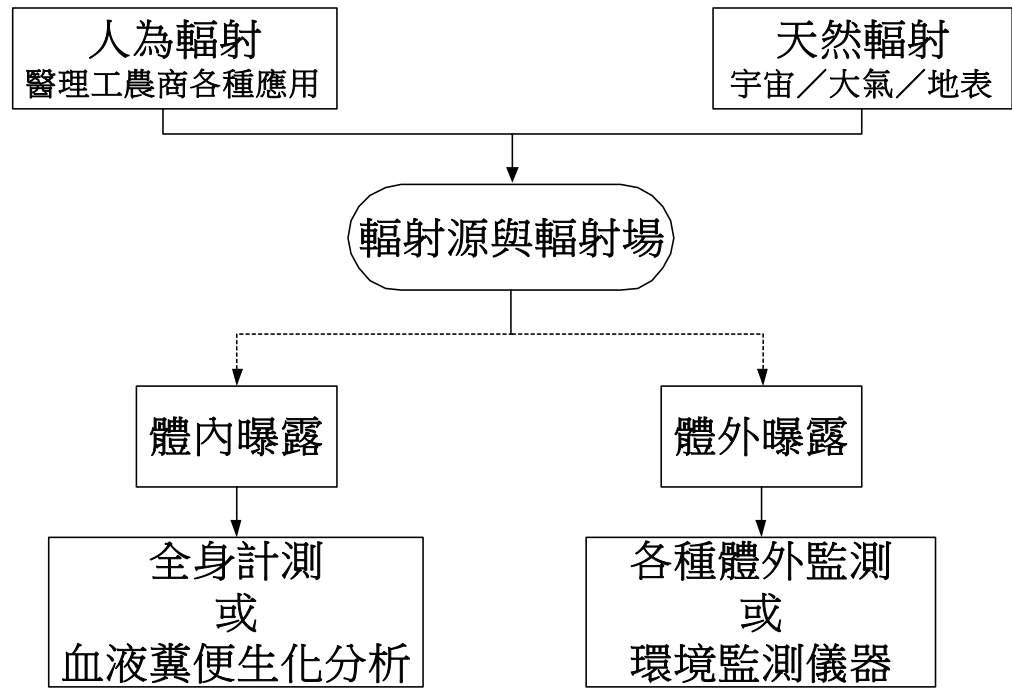
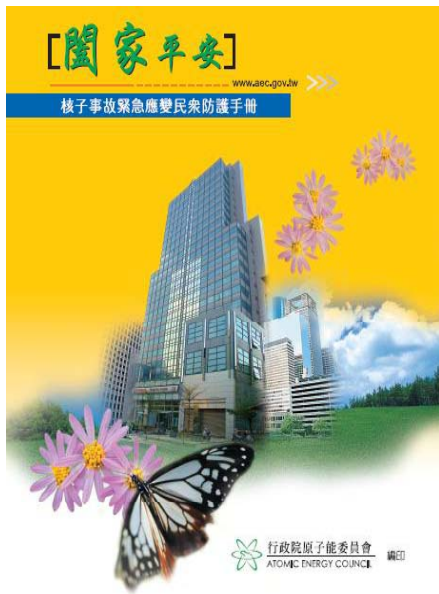


3、我們的電廠及離我們相當近的大陸核電廠核安問題，是必須兩岸同時關注的

中國大陸的核電廠分佈(截至2011年3月)

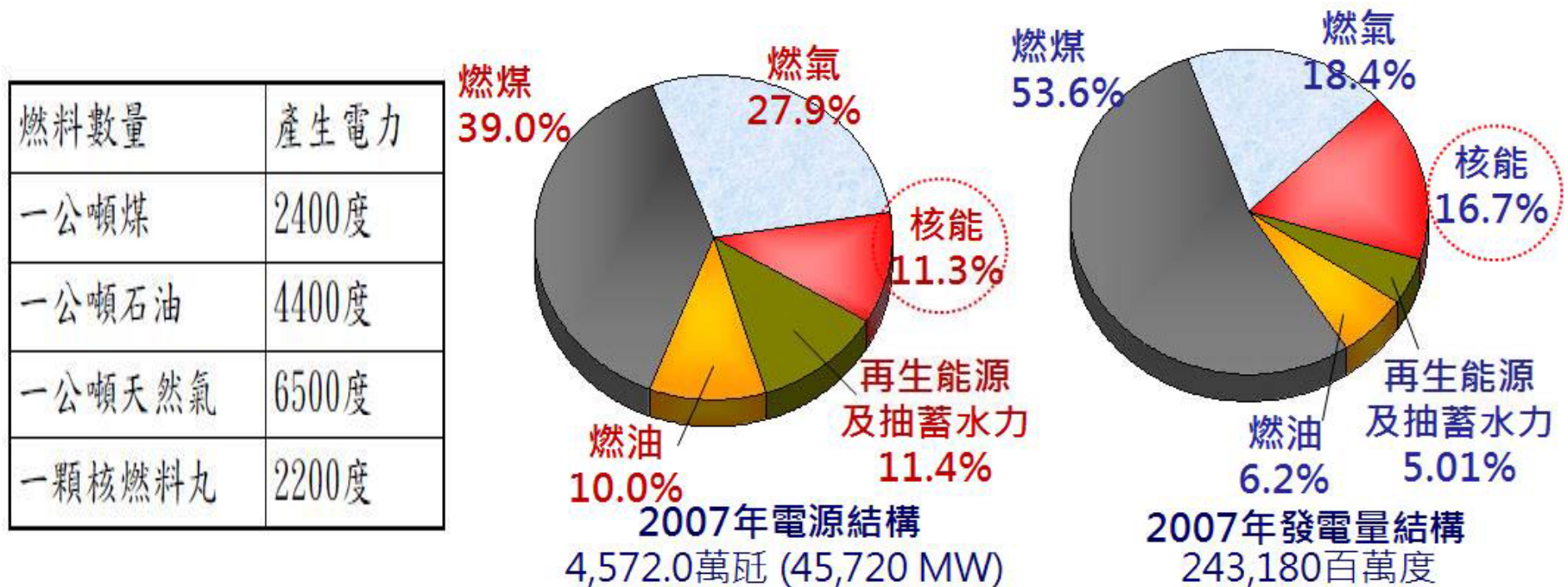


4、輻射是現代生活環境的一部分，瞭解、關切、善於應用及做好良好防護，並有良好的民眾防護體系與訓練



個人體外輻射防護原則：時間	衰減	距離	屏蔽
個人體內輻射防護原則：阻絕	稀釋	分散	除污
設施輻射防護原則：安全	管理	法規	應變

5、核能發電的議題會再度受到嚴重檢討，但民眾總體生活條件、國家能源安全、供電穩定度、CO₂問題等，都必須有完整的政策配套考慮。



資料來源：能源局(2008), 中華民國96年能源統計手冊。



多謝聆聽

