福島核災是否加速核電萎縮?

台灣環境保護聯盟 媽媽監督核電廠聯盟
徐光蓉
2021年3月

政策影響

- **日本:** 54座機組減至零或個位數,

  2030年20-22%核電能否達成? 值得懷疑.

  2050零碳排放如何達成, 要檢視是否有新2030目標與路徑

  試圖淡化衝擊: 要求民眾返回福島, 忽視東京奧運場地輻射, 準備輻射水放流太平洋
- **台灣:** 重新喚起反核意識, 核電弊端引發關心, 核四停工封存, 2025零核電

  但, 執政者一直希望引入核食
- **法國:** 重新審視核電成本, 2035 核電降至50%, 2050可能低於10% 無足輕重!

2021年1月日本核電

Company	Plant	Unit	MW	Status
Hokkaido	Tomari	1	579	Shutdown 22/4/11
Hokkaido	Tomari	2	579	Shutdown 26/8/11
Hokkaido	Tomari	3	912	Shutdown 5/5/12
Tohoku	Onagawa	2	825	Shutdown 6/11/10
Tohoku	Onagawa	3	825	Shutdown 11/3/11
Tohoku	Higashidori	1	1,100	Shutdown 6/2/11
Tepco	Kashiwazaki-Kariwa	1	1,100	Shutdown 6/8/11
Tepco	Kashiwazaki-Kariwa	2	1,100	Shutdown 16/7/07
Tepco	Kashiwazaki-Kariwa	3	1,100	Shutdown 16/7/07
Tepco	Kashiwazaki-Kariwa	4	1,100	Shutdown 16/7/07
Tepco	Kashiwazaki-Kariwa	5	1,100	Shutdown 25/1/12
Tepco	Kashiwazaki-Kariwa	6	1,356	Shutdown 26/3/12
Tepco	Kashiwazaki-Kariwa	7	1,356	Shutdown 23/8/11
Chubu	Hamaoka	3	1,100	Shutdown 29/11/10
Chubu	Hamaoka	4	1,137	Shutdown 13/5/11
Chubu	Hamaoka	5	1,380	Shutdown 14/5/11
Hokuriku	Shika	1	540	Shutdown 1/3/11
Hokuriku	Shika	2	1,206	Shutdown 11/3/11

2007年6.7級地震震壞

NuclearAfterFukushima 2021

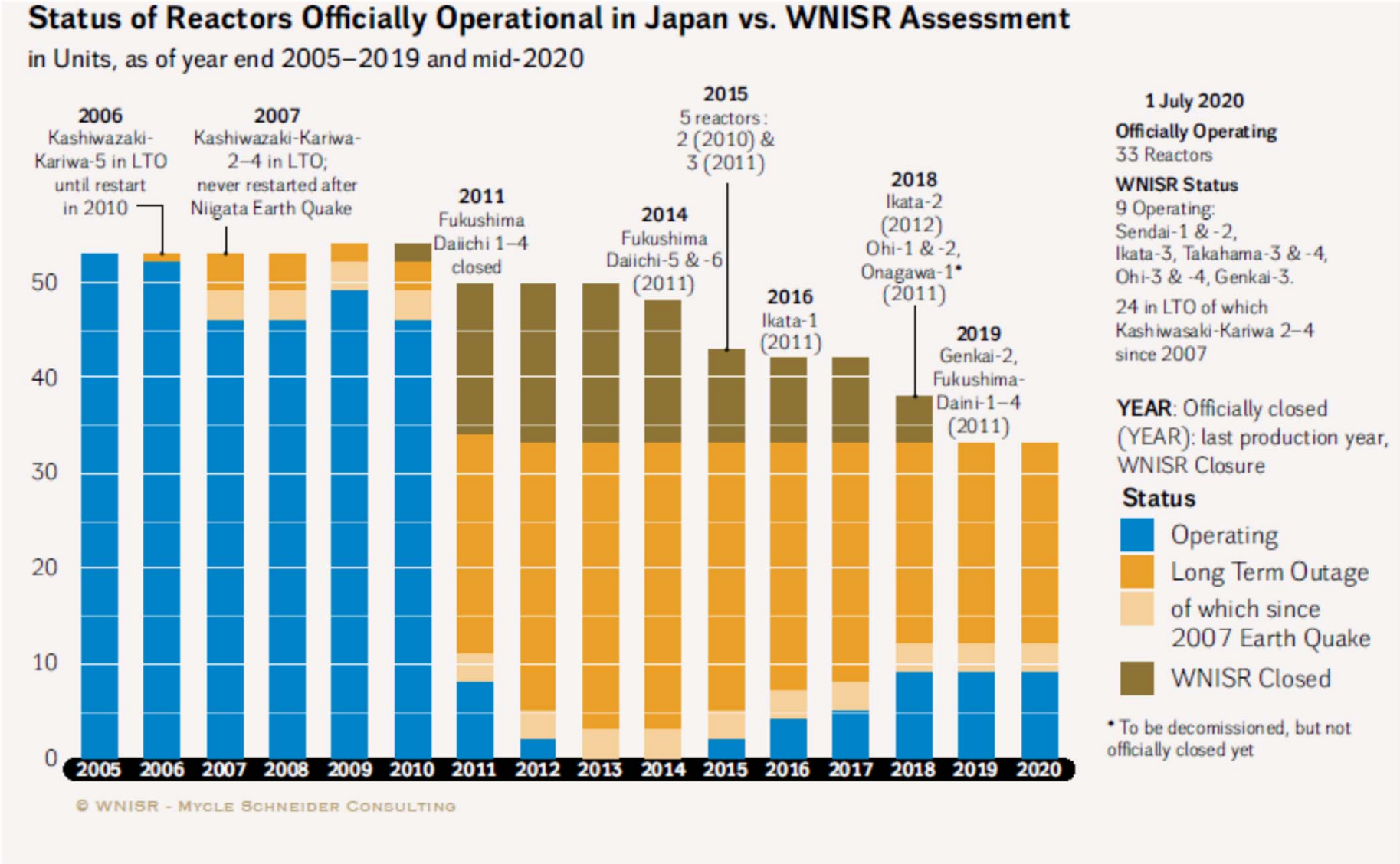
僅4座機組運轉

Kansai	Mihama	3	826	Shutdown 14/5/11
Kansai	Takahama	1	826	Shutdown 10/1/11
Kansai	Takahama	2	826	Shutdown 25/11/11
Kansai	Takahama	3	870	Shutdown 6/1/20
Kansai	Takahama	4	870	Shutdown 7/10/20
Kansai	Ohi	3	1,180	Shutdown 20/7/20
Kansai	Ohi	4	1,180	Online 15/1/21
Chugoku	Shimane	2	820	Shutdown 27/1/12
Shikoku	Ikata	3	890	Shutdown 26/12/19*
Kyushu	Genkai	3	1,180	Online 21/11/20
Kyushu	Genkai	4	1,180	Shutdown 19/12/20
Kyushu	Sendai	1	890	Online 17/11/20
Kyushu	Sendai	2	890	Online 22/12/20
Japco	Tokai Daini	1	1,100	Shutdown 11/3/11
Japco	Tsuruga	2	1,160	Shutdown 7/5/11
Total			33,083	

資料來源: reuters

福島核災前54座機組, 核災後剩33座, 部分在補強等候運轉許可

311之後日本核電機組狀況

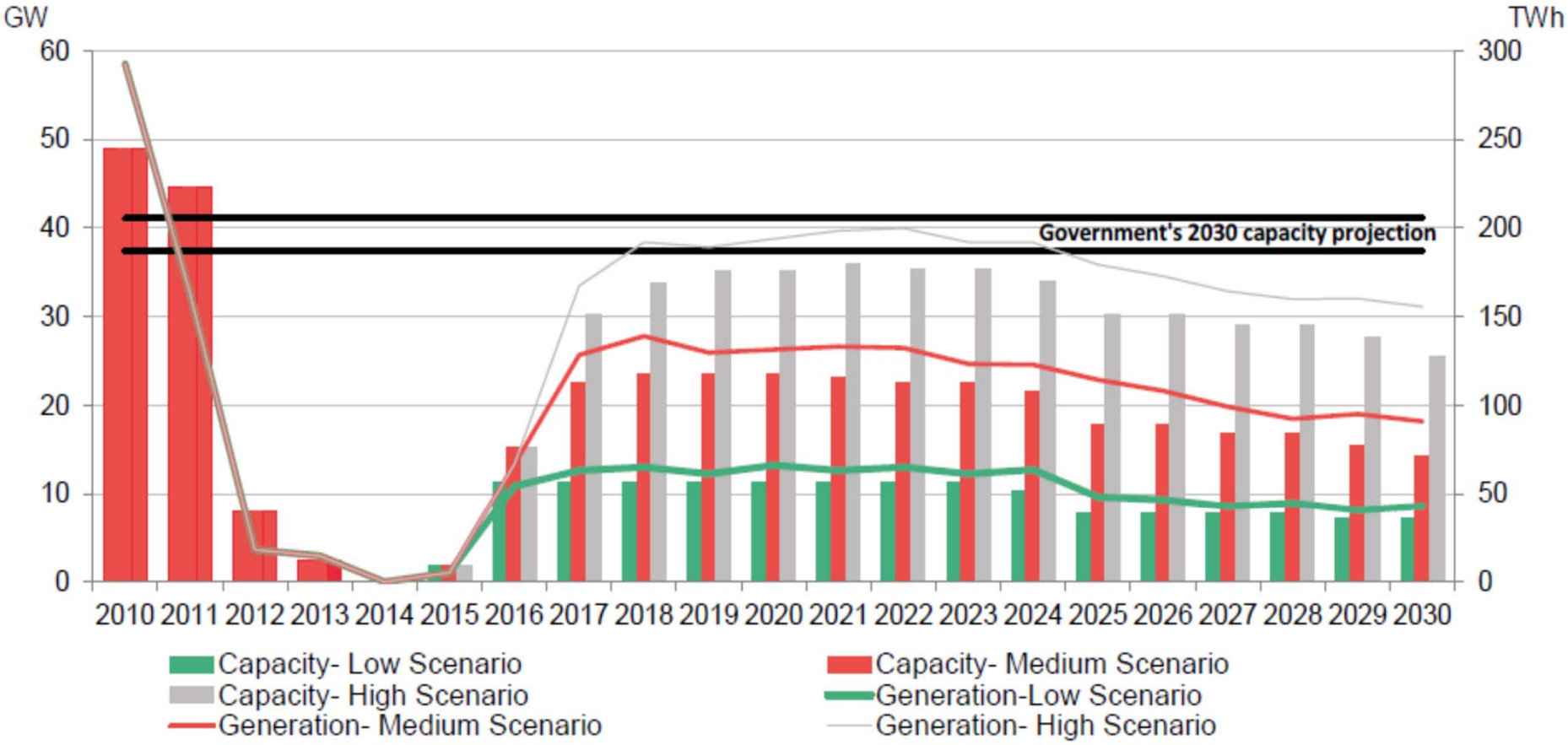


NuclearAfterFukushima 2021

Sources: Various, Compiled by WNISR, 2020

日本2030核能發電目標難以達成

Figure 2: Bloomberg New Energy Finance's forecast for nuclear capacity and generation



Source: Bloomberg New Energy Finance, Japan's Ministry of Economy Trade and Industry.

Bloomberg推估，日本2030年核電在電力的占比約 9%
(2002年核電佔27%)　NuclearAfterFukushima 2021

123萬噸輻射水打算排入太平洋

NuclearAfterFukushima 2021

東京奧運聖火傳遞起點-J village

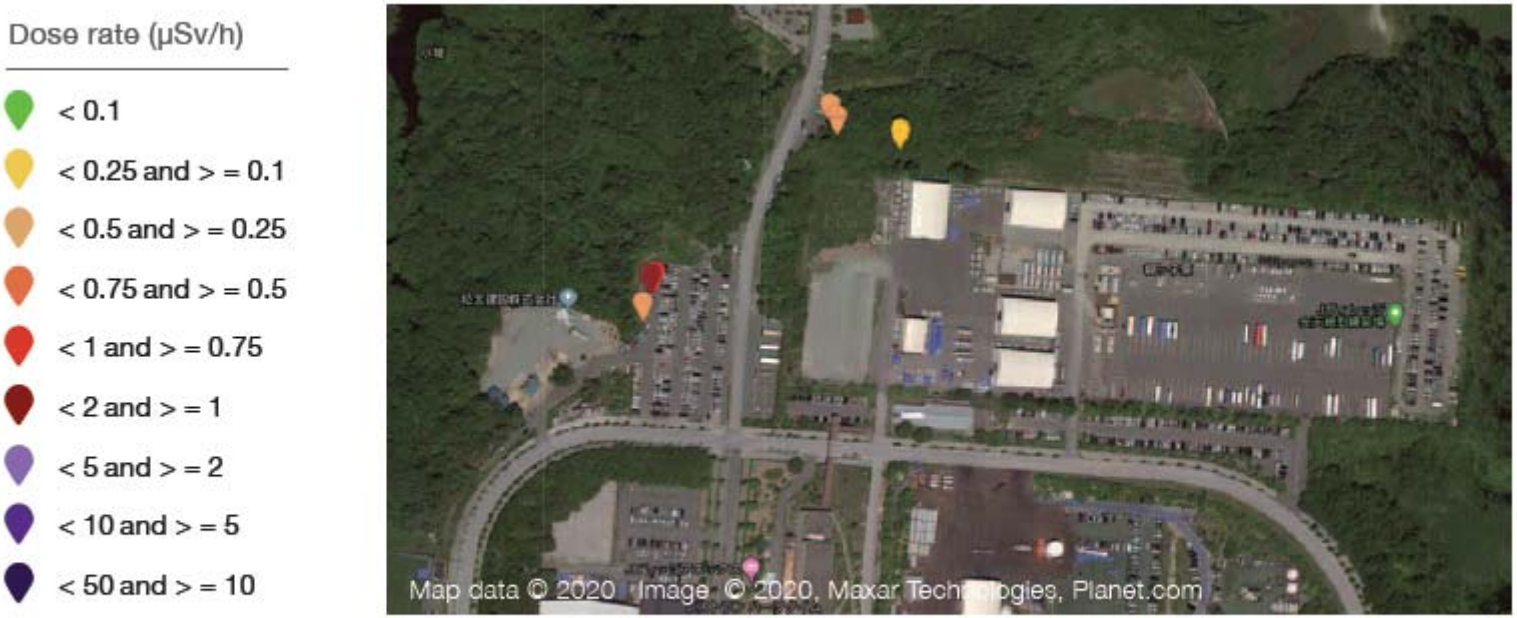


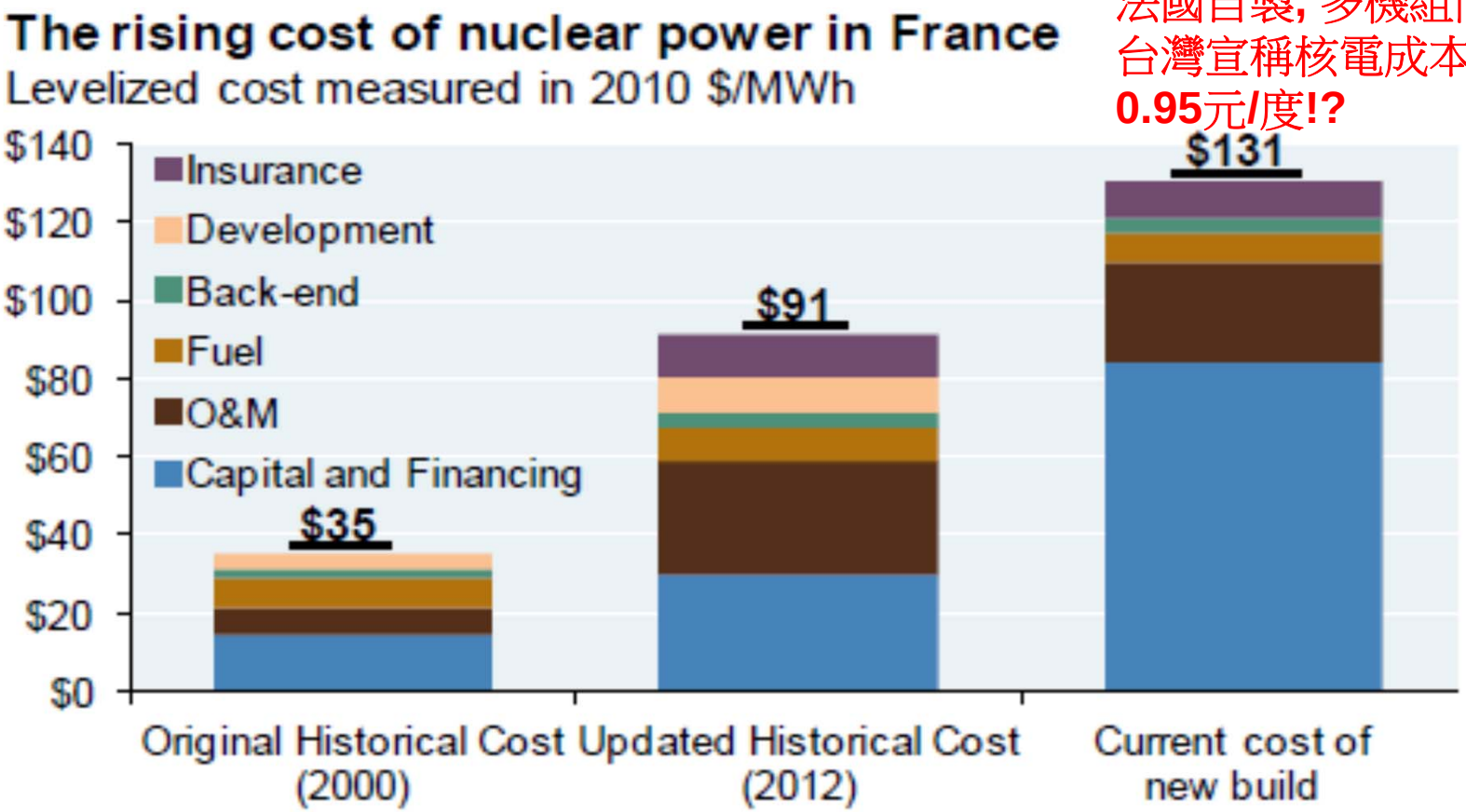
Image 3: Aerial image of hotspots in J village area
(October 26, 2019)
Made from Google Maps

(October 26, 2019)
Made from Google Maps

2019/10/26日本綠色和平於J village發現熱點，測得地表71 μSv/h, 10公分深處 32μSv/h

法國重評估核電廠成本

法國自製, 多機組同類型
台灣宣稱核電成本在**0.6-0.95**元/度!?



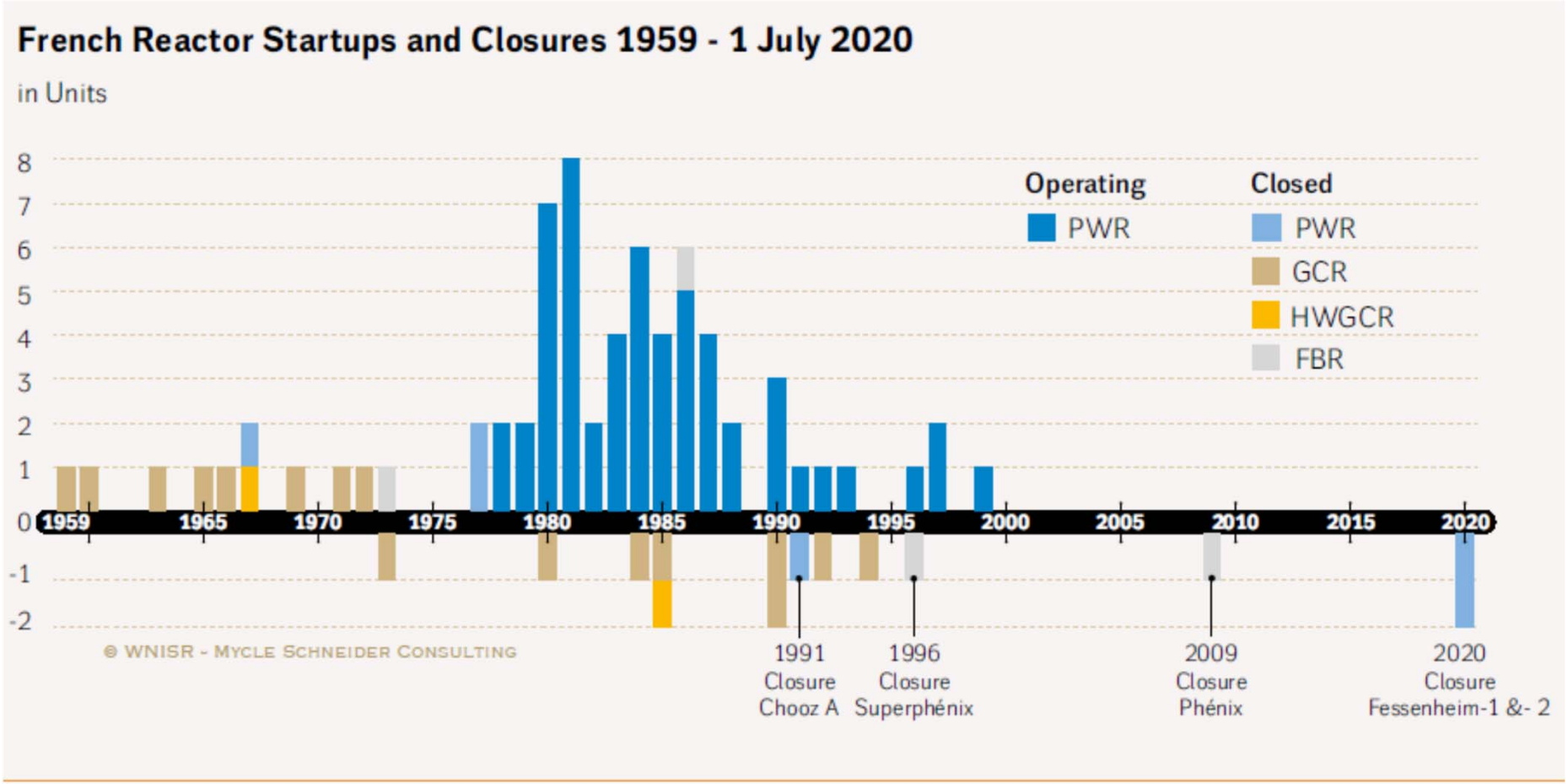
Source: N. Boccard, "*The cost of nuclear electricity: France after Fukushima*", Energy Policy Journal, December 2013.

老舊刻意低估的成本,
約台幣**1.1**元/度

運轉中核電成本, 約台
幣**2.8**元/度

新核電成本,
約台幣**4**元/度

法國核電啟用與關閉年

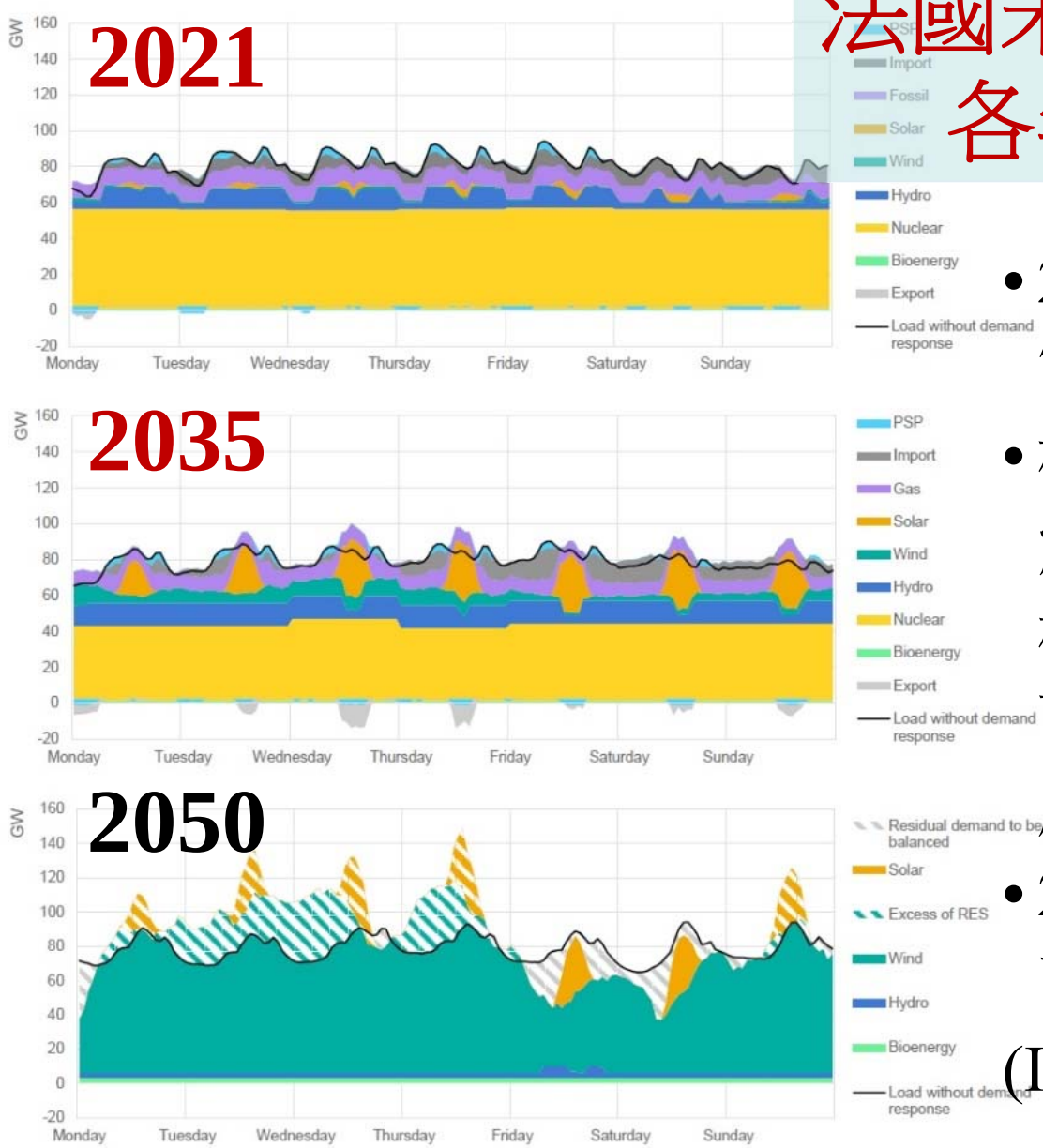


Source: WNISR, with IAEA-PRIS, 2020

共計**58**核電機組，平均機齡**36**年；共識是使用最多**60**年

法國未來核電無足輕重-各年1月發電來源

Figure 5.5 Generation and flexibility mix in the second week of January, today (first) and in 2035 (second) compared with flexibility need in 2050 (third)



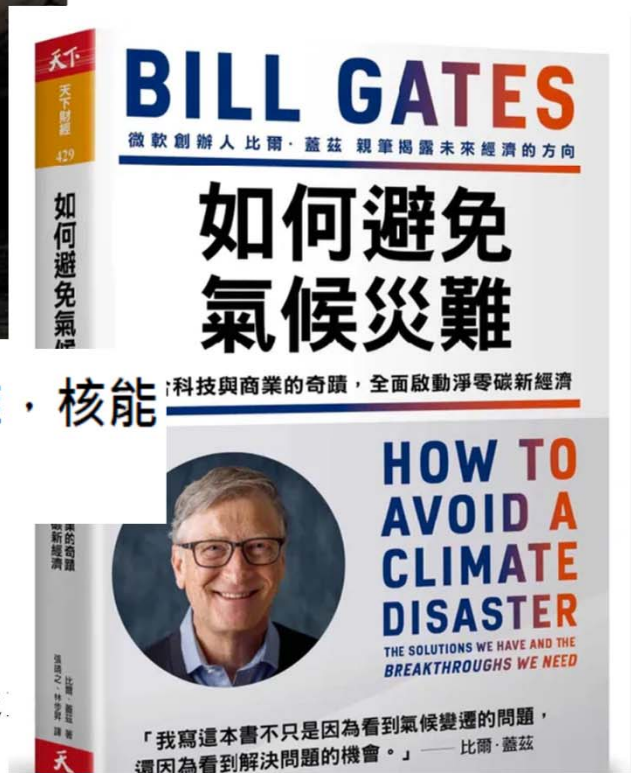
Note: Change of label from "Fossil" in 2019 to "Gas" in 2035 is due to decommissioning of coal.
Source: own analysis carried out by RTE.

- 2020年核電佔發電比率71%。
- 根據2018年制訂的多年能源計畫(PPE)，2035年核電佔比降應至50%以下，需要關閉16-18座反應爐
- 2050年絕大多數核電都已除役-- 沒提核電!

(IEA 2021)

Bill Gates comes to Washington — selling the promise of nuclear energy 2021/1/26 The Washington Post

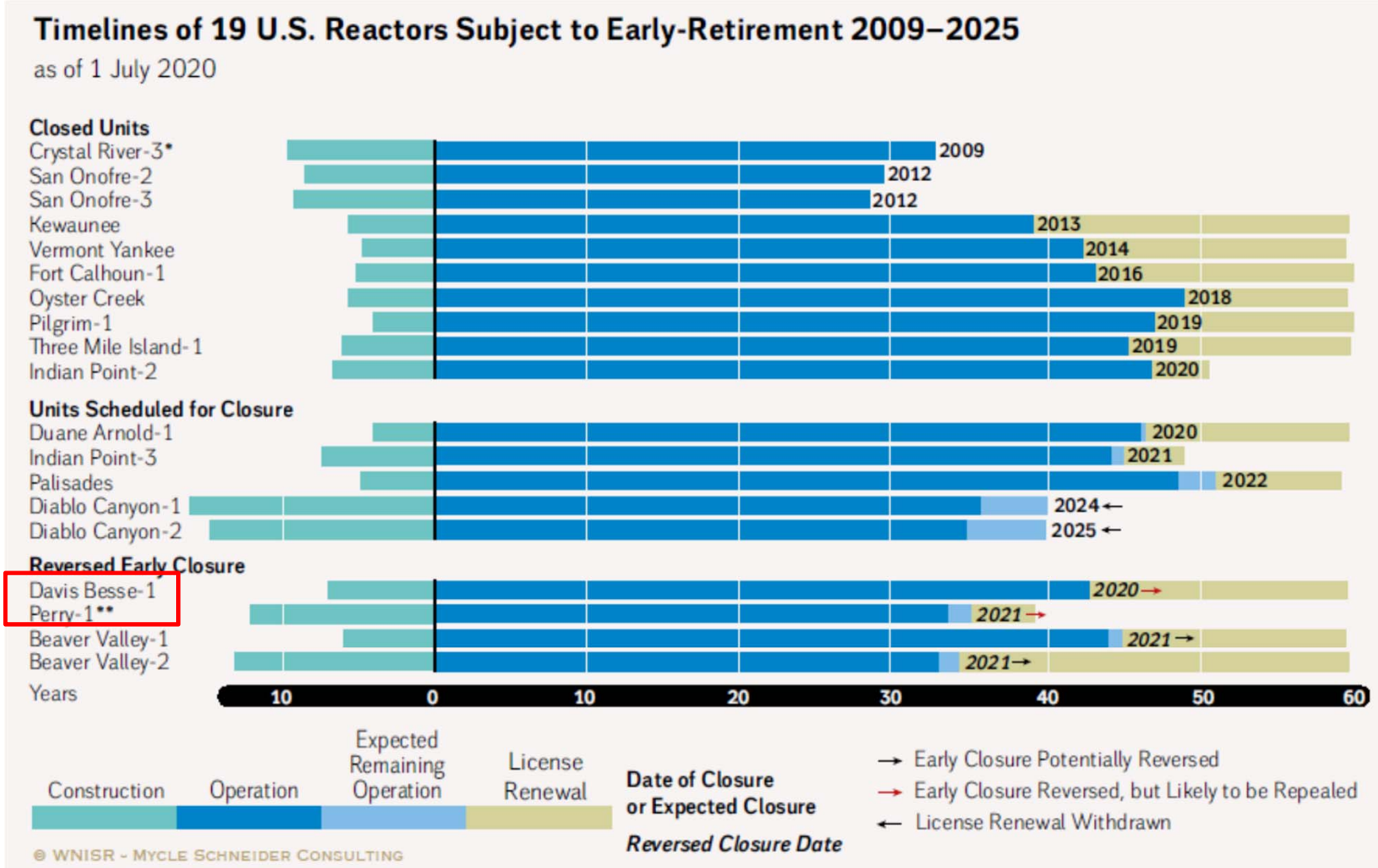
Gates全球走透透籌資



最新專訪比爾蓋茲：改開電動車不夠！阻止氣候災難，核能也是解方 2021/2/17 天下雜誌

微軟創辦時有全球走透透?沒!
Why not? 賺錢事業不分享

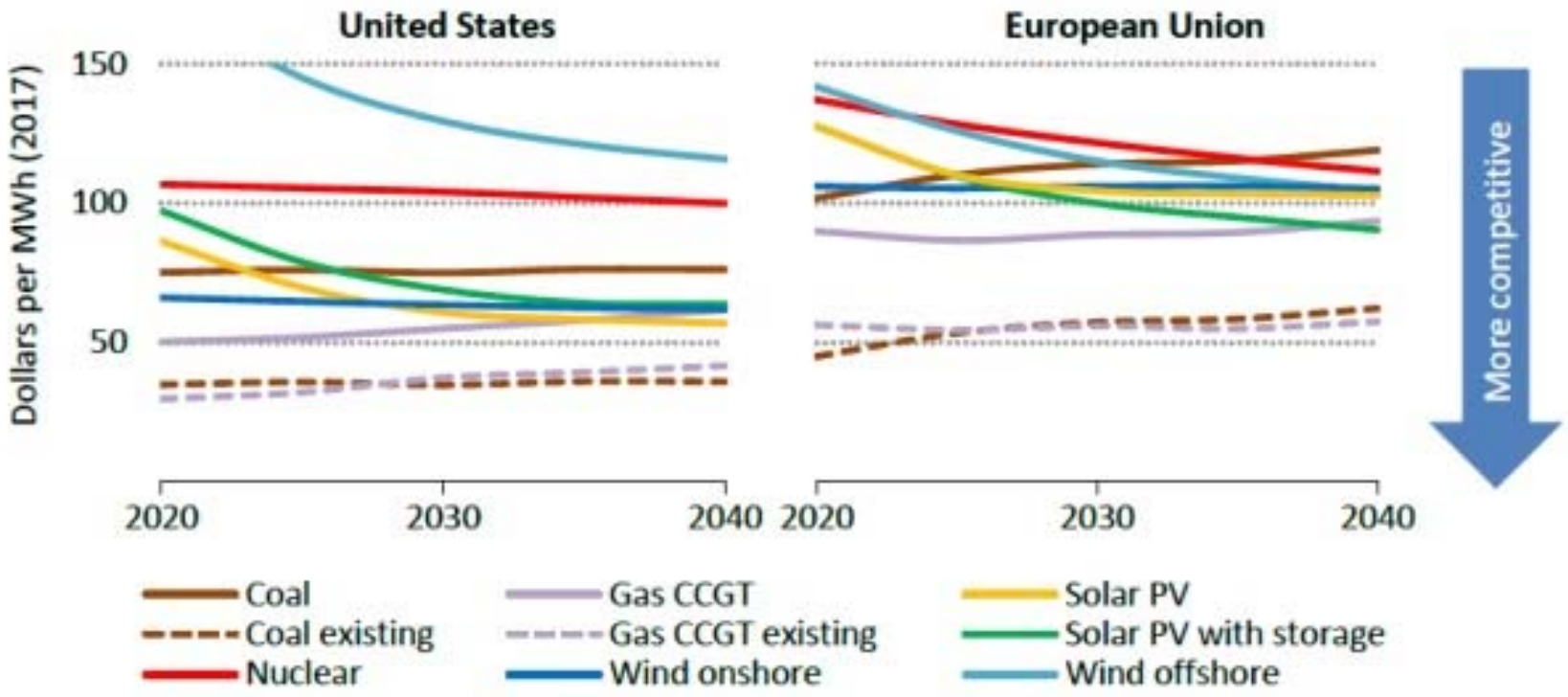
美國－提早關廠



2011年前104座機組，2021年底將剩90座，平均機齡40年

Sources: Various, compiled by WNISR, 2020

核電在歐美不具競爭力



Based on the costs and value, wind and solar PV are among the most competitive sources of new generation in several regions, under a variety of conditions

Notes: CCGT = combined-cycle gas turbines. Coal refers to supercritical coal plants in India, European Union and United States, and ultra-supercritical coal plants in China. Storage refers to battery storage.

NuclearAfterFukushima 2021

IEA, WEO2018

核電產業的攻擊(美國)

- **美國核電協會(ANS)- 政策設計:**

  - 2015年成立特別委員會，製作教戰手冊-「州的核電手冊」(Nuclear in the States Toolkit) ；政策途徑：將核電納入「低碳電力標準」，購電合約增添購買核電義務或減免核電的賦稅

- **核能研究所(NEI)負責遊說，建立政治影響力，降低業者負擔**
  - 投入大量資源攏絡重要政治或公眾人物
  - 透過媒體密集散佈擁核新聞，進行擁核教育宣導
  - 與管制機關、智庫與政策中心等建立密切關係影響法案與政策的制定，例如遊說國會廢止核電業者每年2億美金有害事業廢棄物處理費(轉由民眾負擔)。
  - 運作國會影響核能管制委員會 (NRC)委員聘任
  - 並數度與眾議院撥款委員會合作刪減NRC預算。

2017 NEI年度(自豪的)成果報告

Promoting Regulatory Efficiency through a Culture Change at NRC

刪減管制機關預算

$139 million reduction
in NRC budget since FY2014

12 NRC Committee to Review Generic Requirements recommendations
to NRC EDO to improve backfitting process

縮短審查延役期程

4 month reduction
(from 22 to 18) in second license renewal application process timeline

$600,000 刪減審查經費
per site anticipated reduction
in NRC review fees from PRA peer review finding closures

100% of NRC staff
receiving updated backfitting training by January 2018

24 Independent Spent Fuel Storage Installation licenses renewed
based on NEI guidance on operations-based aging management

飛機設計審查規範由業者主導，波音737Max 設計缺陷沒被發現，直到飛機墜毀…

Creating Support for Nuclear Energy and Strengthening NEI Influence

為擁核候選人募2百萬競選經費

Over **5,000** messages sent to lawmakers through Nuclear Matters

Over **4,000** media hits (including *Forbes*, *The Wall Street Journal*, *USA Today*, *The Washington Post*)

Nuclear Waste Policy Amendments Act passed by bipartisan vote of House Energy & Commerce Committee

$2 million raised by NEI PAC for pronuclear elected officials

Prevented reimplementation of $200 million uranium decontamination and decommissioning tax

節省2億除污除役處理費稅

Market reform bill passed in Connecticut

Federal action to value nuclear now an administration priority with FERC rulemaking to recognize the role of resilient generators

+9% net approval for nuclear for 35-49 group from ad campaign

非常“努力”爭取補貼 - 消費者埋單

- NEI has engaged across the Ohio state government to support enactment of zero-emission nuclear credit legislation. Maria Korsnick testified at legislative hearings on the issue and NEI has convened meetings with the governor's staff on the value of nuclear energy to Ohio.

與俄亥俄州政府合作推核電友善法案，NEI代表出席聽證

- **以核擋綠!**: 干擾再生能源發展以排除競爭者 -- 在美國環境團體力推的擴充再生能源法案中塞入大量核電補貼，迫使環保團體必須在放棄努力多年的法案，或同意對核電極友善法案中分一小杯羹之間做選擇。
- **威脅提早關廠:** 宣布核電入不敷出，威脅要關廠。州政府擔心失業、稅收減少或供電短缺，趕緊設法紓困；在伊利諾、紐澤西、康乃狄克與紐約州都如願以償。
- 2019年俄亥俄州議會通過**6號法案**：破壞原有的再生能源標準，取消能源效率計畫，規定該州消費者繳交「俄亥俄州清潔空氣基金」，支付第一能源(FirstEnergy)總計>15億美金補貼，維持兩座核電機組(Davis Besse與Perry)運轉。
- 事後被發現FirstEnergy私下提供擁核的共和黨議員6100萬美金競選經費，幫助支持此法案的候選人當選。2020年7月聯邦調查局以「收取不當利益」為由收押俄亥俄州議長與其同夥。

www.REFORUM.org

輿論製造業?

- 2006年美國前NRC委員布瑞福(P. Bradford)公開說「核電復興」是集”*補貼、減稅、抄近路獲取執照、保證價格收購(讓消費者擔風險)、政治角力與吹捧過譽的結合*”，如果都無效，”*最後指著他國(過去是蘇聯，現在是中國)，說我們(美國)已經大幅落後，應該趕緊迎頭趕上!*”
  - 是否聽起來很熟悉!
  - 具競爭力的企業需要如此“賣力”推銷?

新核電廠更不具競爭力- 芬蘭經驗

- 2002年5月芬蘭國會同意興建新核能機組, 認為核能是”***最具成本效率的可能… 可以減少CO2排放***”; 是西方國家自車諾堡核災後首座核能電廠訂單, 深具指標作用。
- 芬蘭TVO公司位於Olkiluoto的第3座核電機組(OL3)，為吸引後續可能核電訂單，合約總經費固定為32億歐元，免除TVO公司財務風險; 超過經費由承造公司自行吸收。
- **2005年8月開始興建，預計於2009年5月運轉。**
- OL3是全球第一座第三代反應爐，160百萬千瓦歐洲壓水式(EPR) 反應爐，是全球最大裝置容量的核電機組。
- **目前最新併網日為2022年3月**
- 目前經費超過110億歐元，承包商Areva公司破產重組，改名Orano
- 法國2007年12月開始建造同型反應爐(FL3)，預計2012年運轉。目前最新裝燃料時間為2022年底。經費爆增至124億歐元。

延宕

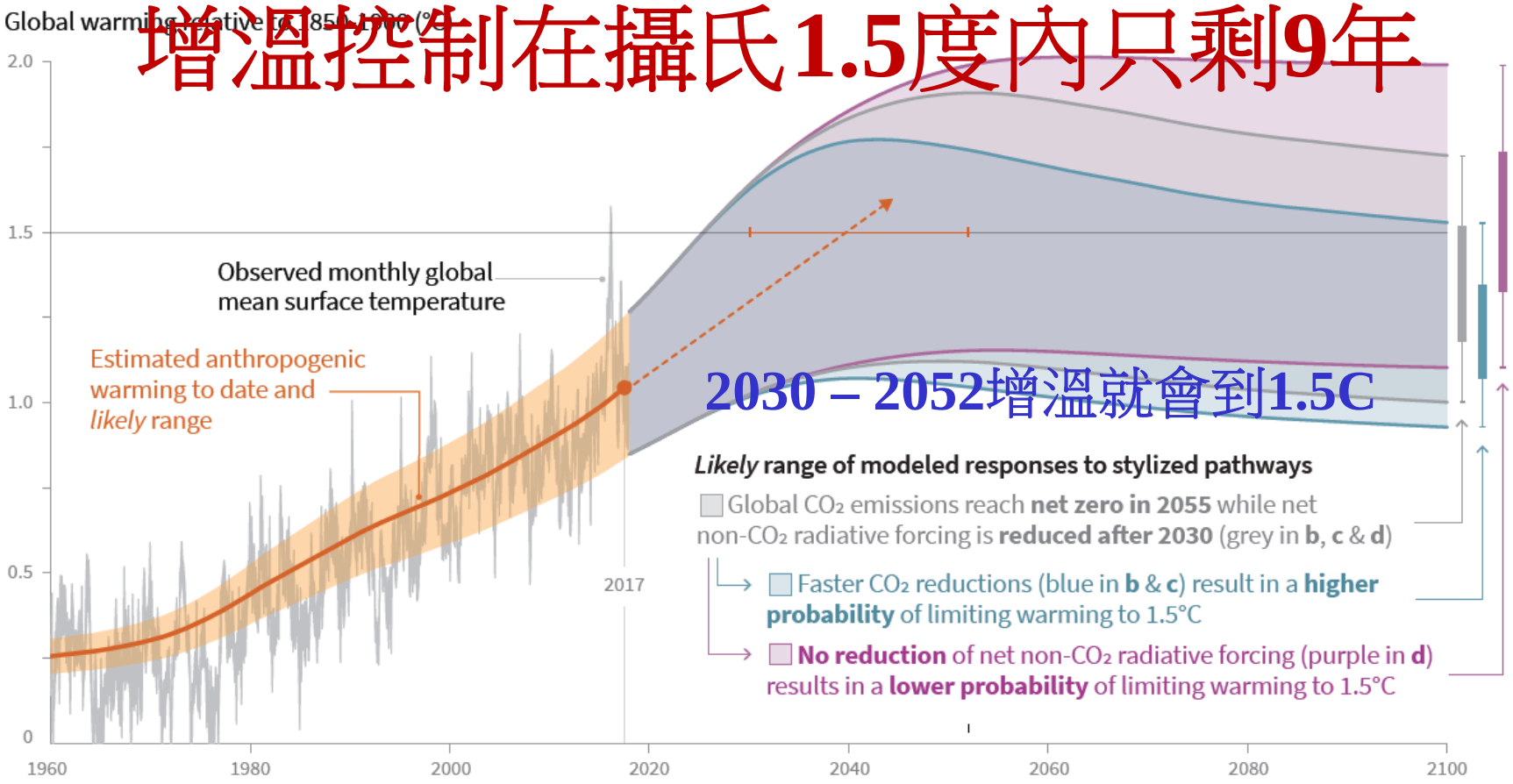
主要是品質問題:

- 水泥: 圍阻體是意外發生, 防止輻射外洩最後一道防線; 無法符合芬蘭原子能監督機構(STUK)要求: 圍組體要能承受飛機撞擊。 - 打掉重做
- 焊接; 承包焊接商未依照程序, 缺乏適當測試。 主結構焊接品質差, 持久性堪慮; 通過標準焊接都僅符合最低標;
- 令人擔心的儀器與控制系統。(要求加類比式備用儀控)
- 2019年2月 系統加壓後，高溫高壓的主要冷卻系統震動超出安全範圍 – 不知解決沒
- 芬蘭核電廠延誤是品質問題, 臺灣曾經關心品質問題?

Cumulative emissions of CO_2 and future non-CO_2 radiative forcing determin the probability of limiting warming to 1.5°C

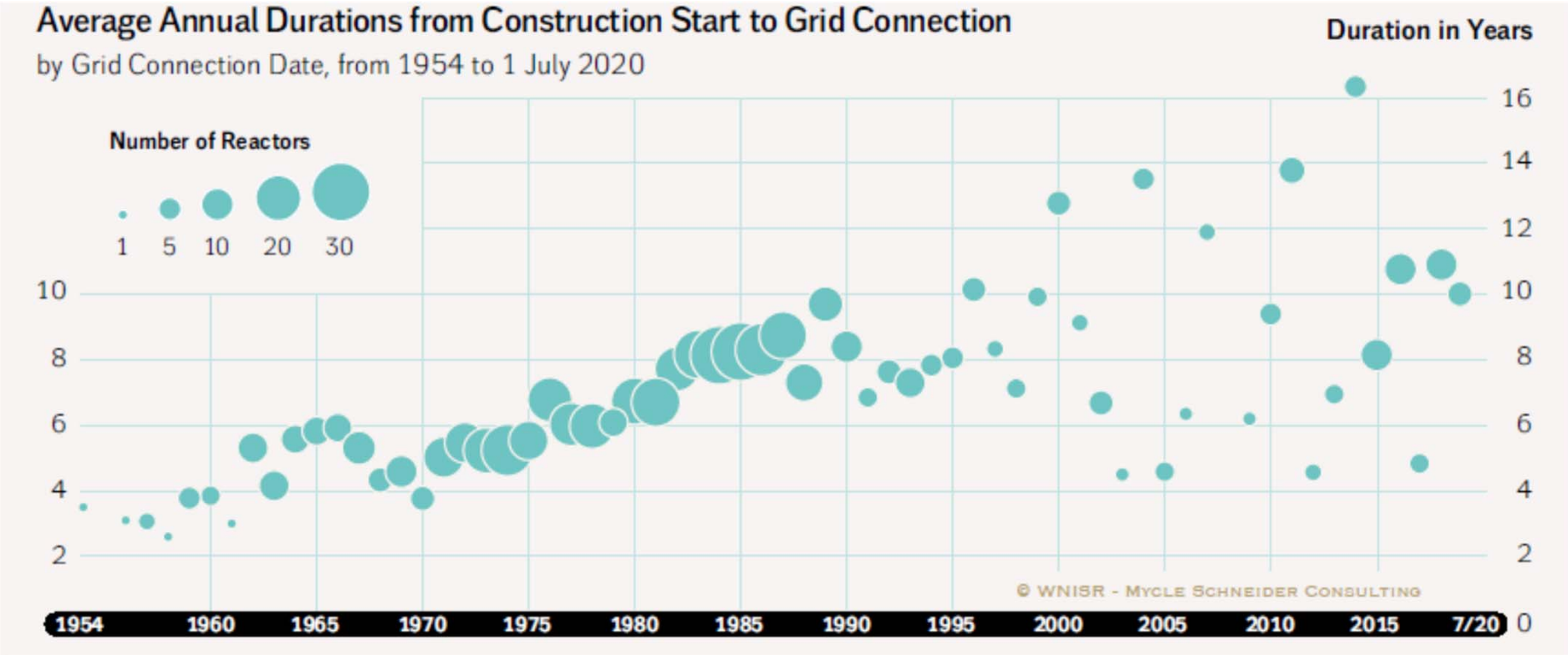
a) Observed global temperature change and modeled responses to stylized anthropogenic emission and forcing pathways

增溫控制在攝氏1.5度內只剩9年



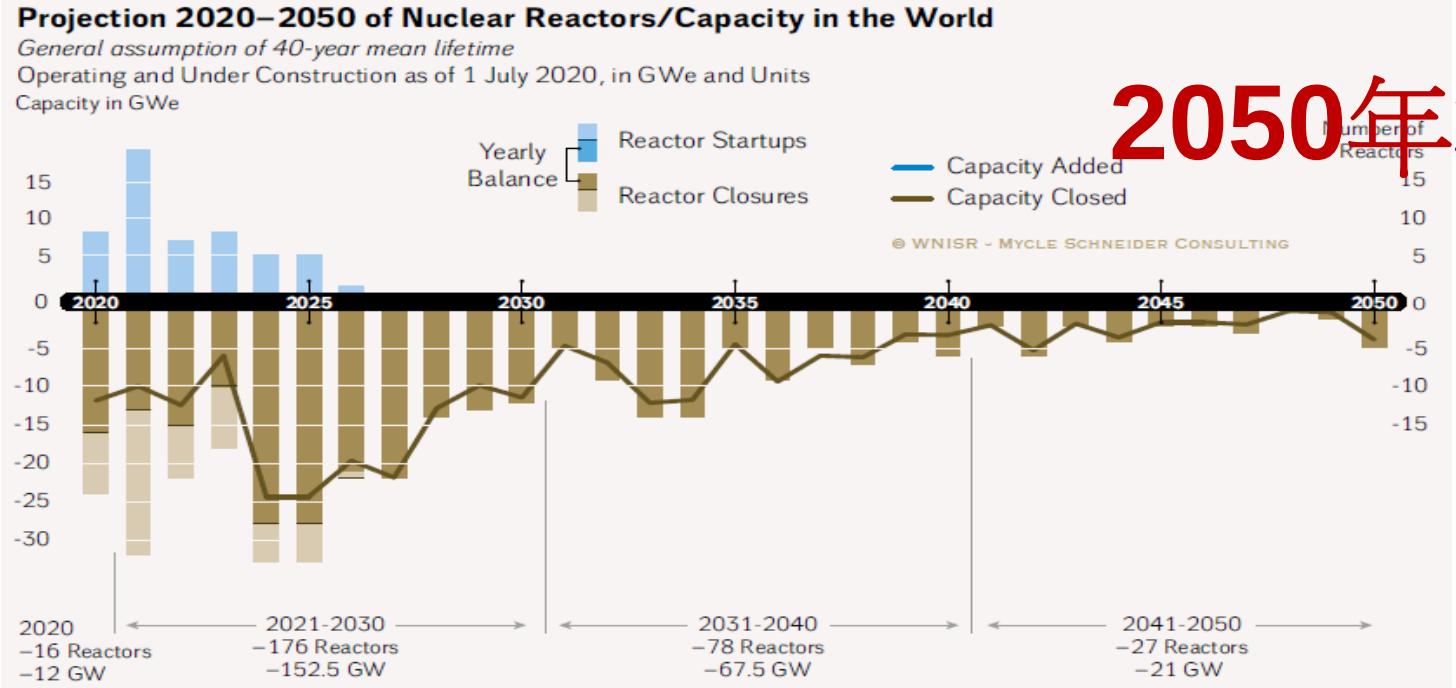
IPCC 2018年特別報導：希望控制增溫在1.5C內，全球排放應在2030年前排放比2010年減少45%！

核電機組開工至併網時間

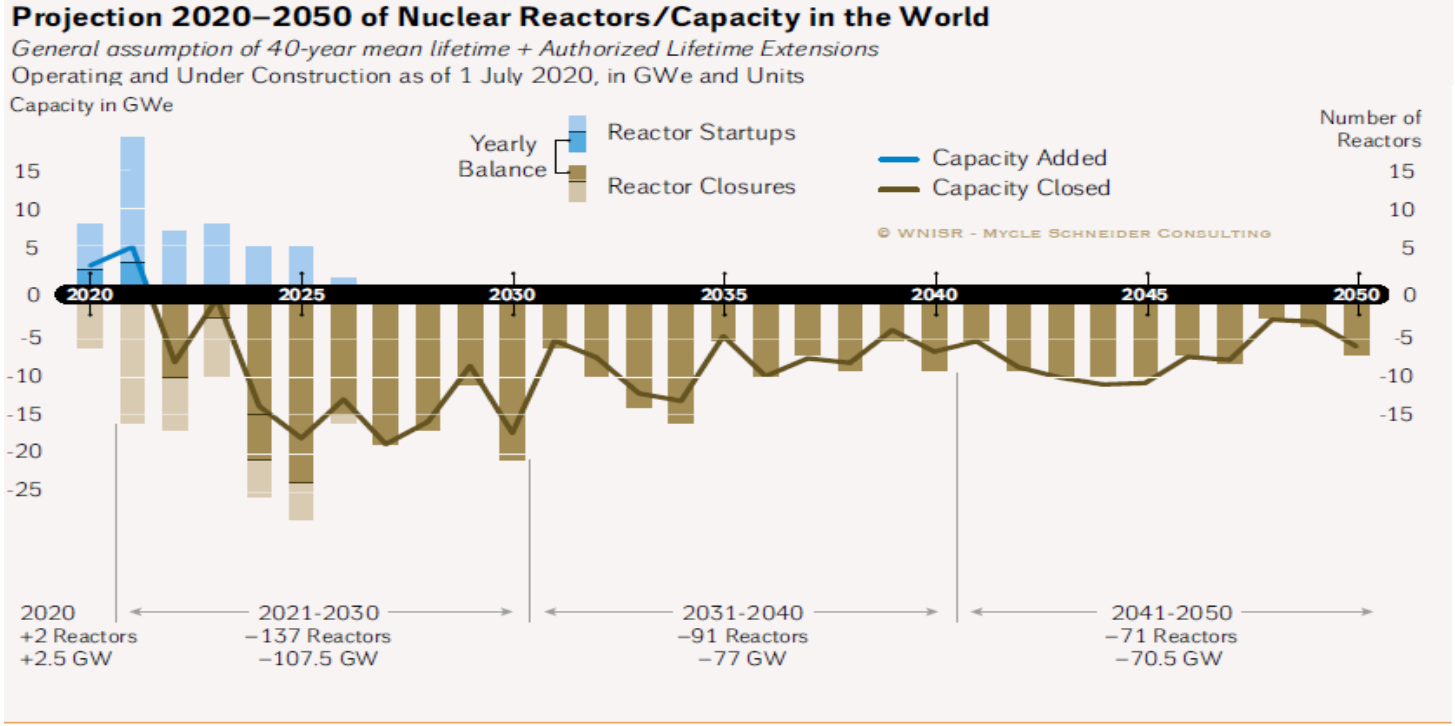


2018-19年併網的核電機組僅1座如期完工，9座費時8至10年完工；兩座俄羅斯浮動式反應爐(30MW)花12.7年才完工，是估計的3倍。原本想證明小型模組反應爐(SMR)可便宜又快速興建。以上只是實際工程時間，核電興建還需要時間探勘整地、財務規劃、周邊設備建置等前置作業。

2050年核電裝置



除役>>新建



全部40年滿除役或包含獲准延役，2050年核電機組數非常有限

Sources: Various, compiled by WNISR, 2020

新設計機組?

- 小型模組式反應爐(SMR):2019美NRC核准NuScale的SMR設計，延宕、經費暴漲已開始。
- 與Gates創的泰拉能源(TerraPower)設計相比，EPR和運轉中的400多座核電機組相似度高許多，但設計、材料與施工仍遭遇許許多多問題，導致工程一再延宕。
- 泰拉能源行波(travelling wave)反應爐在構想階段就已遭遇許多理論與技術挑戰，設計不斷修改，至今還沒有完整藍圖，更不知何時能申請設計許可。
- 泰拉能源同時重新試60多年被放棄的熔鹽(molten salt)反應爐，60年前遇到的技術障礙依舊存在需要克服。
- 基本上，「新」核電機組計畫，紙上看來很理想，是否真能實際建造，如預期?

核電無助於減緩氣候變遷危機

- 用核電減碳 = 現代何不食肉糜
- 核電需長時間興建，根本緩不濟急

- 核電根本問題：運轉中核電廠安全疑慮，核廢料無法妥善處理，可能導致的核武擴散
- 許多非民主國家發展核電，許多是別有用心