



台灣碳市場流動性與價格訊號發現

1

李堅明

國立台北大學自然資源與環境管理研究所兼任教授

2024/04/25



國立臺北大學
自然資源與環境管理研究所
Institute of Natural Resources Management

簡歷

- **學歷**：中興大學經濟學博士
- **現職**：台北大學自然資源與環境管理所兼任教授/臺灣低碳社會與綠色經濟推廣協會理事長
- **經歷**：
 1. 台灣綜合研究院副院長(2020-2022)
 2. 台北大學自然資源與環境管理研所所長(2011-2017)
 3. 行政院環保署第11-12屆環評委員(2015-2019)
 4. 參加聯合國氣候變化綱要公約代表 (1998~)
 5. 中華民國全國認證基金會董、監事 (2011-2020)
 6. 財團法人國際合作基金會諮詢委員 (2012-2020)
 7. 全國工業總會能源與環安委員會委員 (2014~)
 8. 行政院能源與減碳辦公室諮詢委員 (2018-2019)
 9. 環境與能源議題國家文官講座(2018-2020)
 10. 中華民國工商協進會永續發展委員會委員(2021~)
 11. 國發會國發基金審議委員(2022-2024)



目錄

RACE TO ZERO

01

- 全球碳市場規模與流動性

02

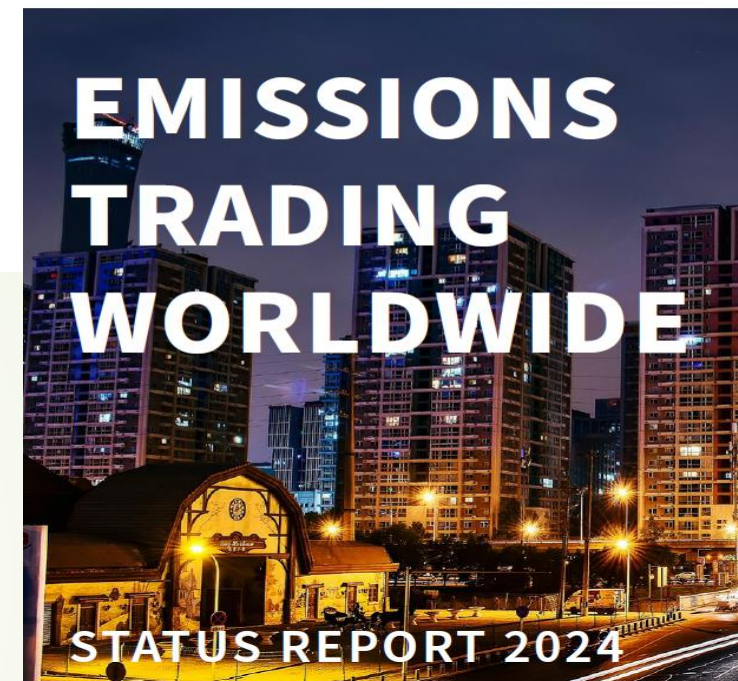
- 碳市場流動性影響因子

03

- 碳價訊號意涵

04

- 台灣碳定價配套-流動性創造與價格訊號發現



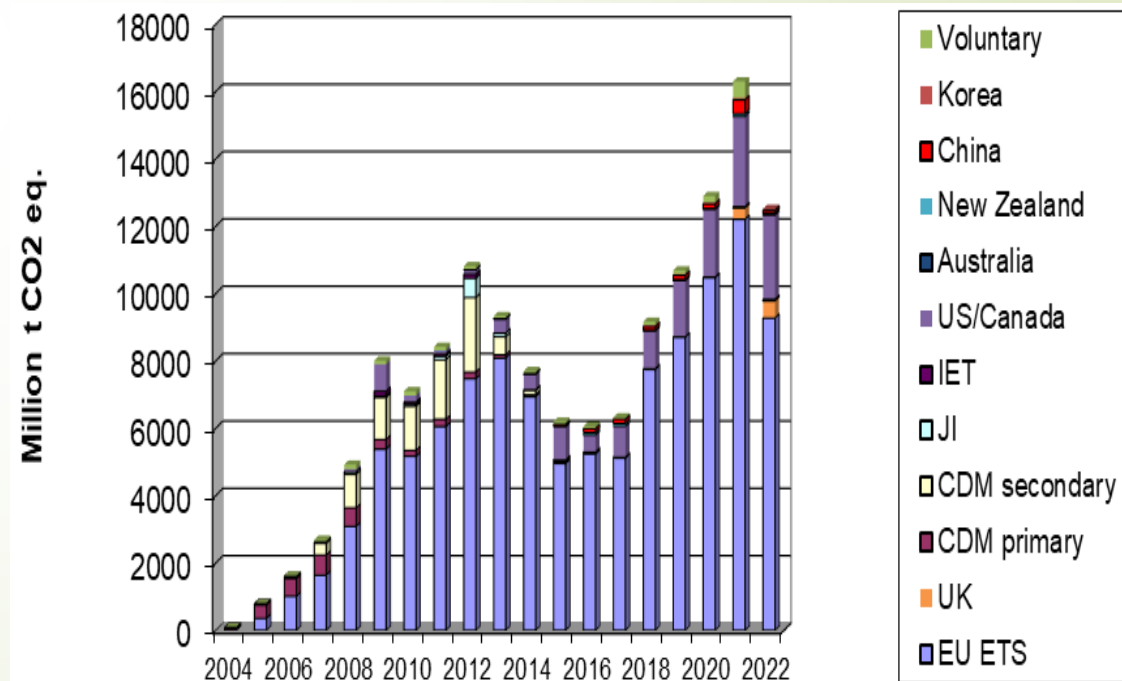
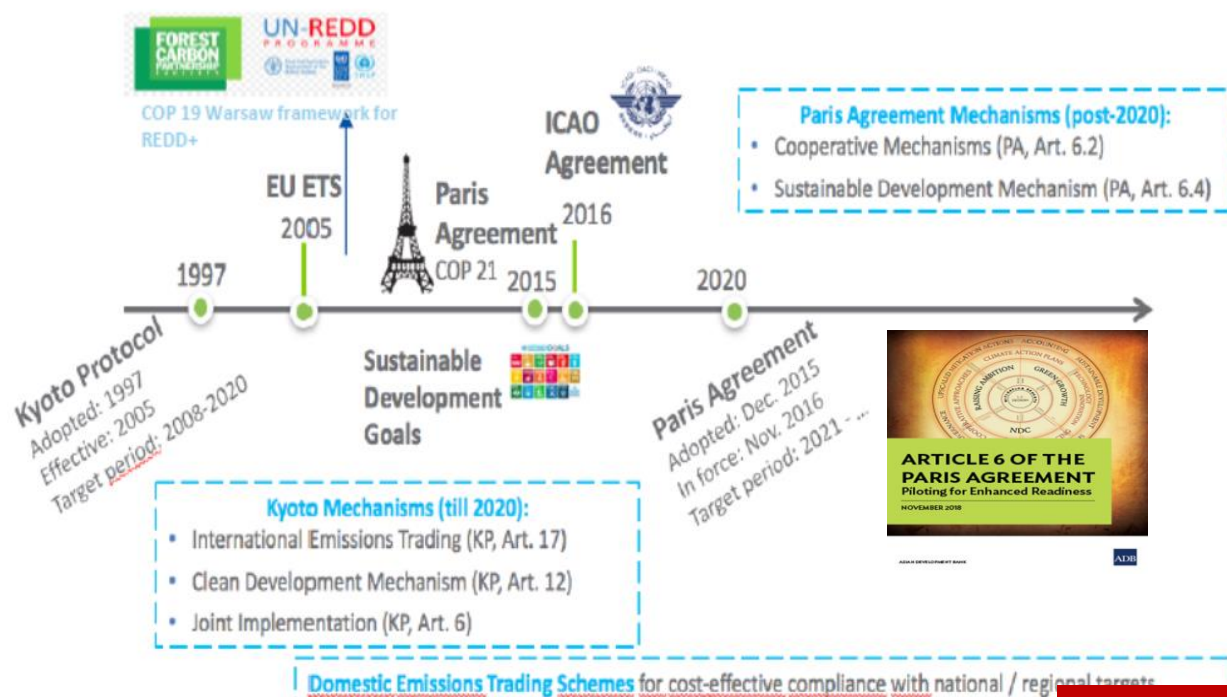
4

全球碳市場發展 -流動性與價格訊號



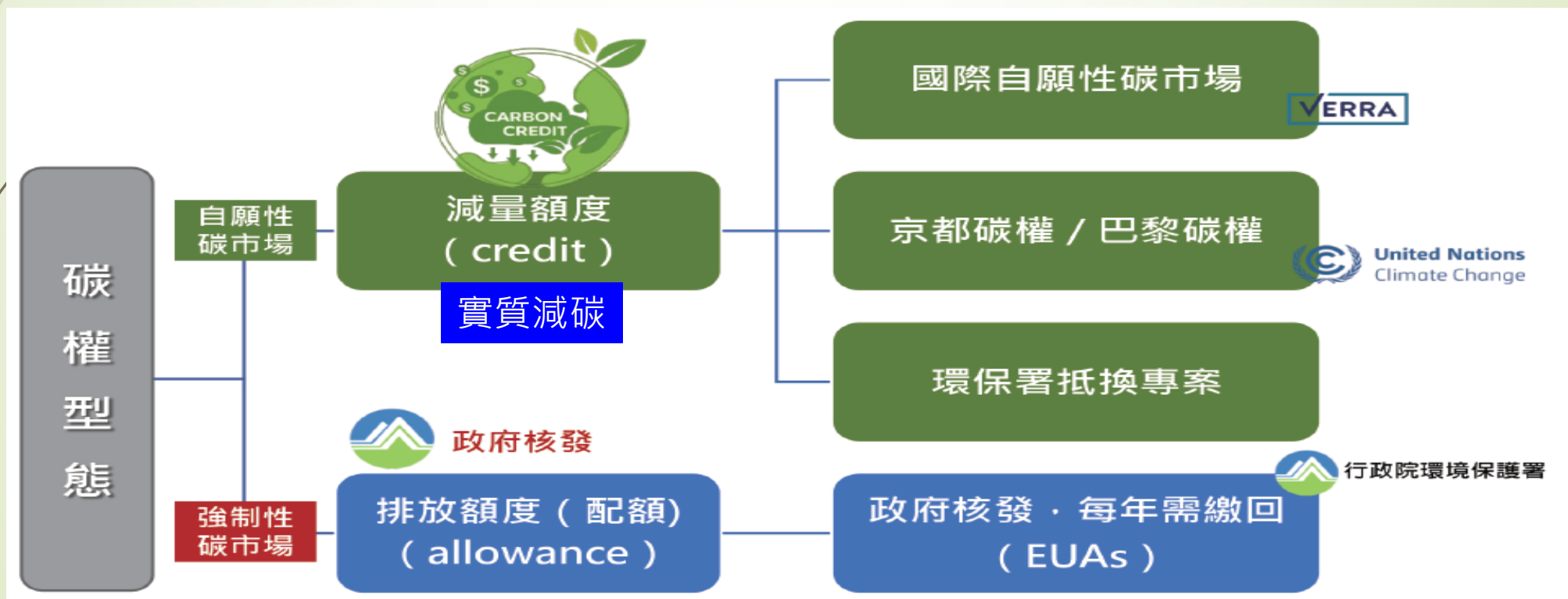
全球碳市場規模與流動性(2024/01/04)

- 全球再生能源市場規模約9,716.5億美元(2022)，半導體產業市場規模約5,741億美元(2022)，全球節能產業市場規模約3,000億美元。全球碳市場規模已超過9,240億美元(2022) (Carbon Pulse, 2023)
- 2021年全球碳交易量達到160億噸歷史高峰，2022年雖然下降，也超過120億噸。歐盟是全球碳交易規模最大區域，2022年交易量超過90億噸；其次是美國與加拿大碳市場，約20億噸。
- 碳市場流動性(liquidity或turn over)(不是炒作/投機)(2-3次)是價格發現的關鍵。

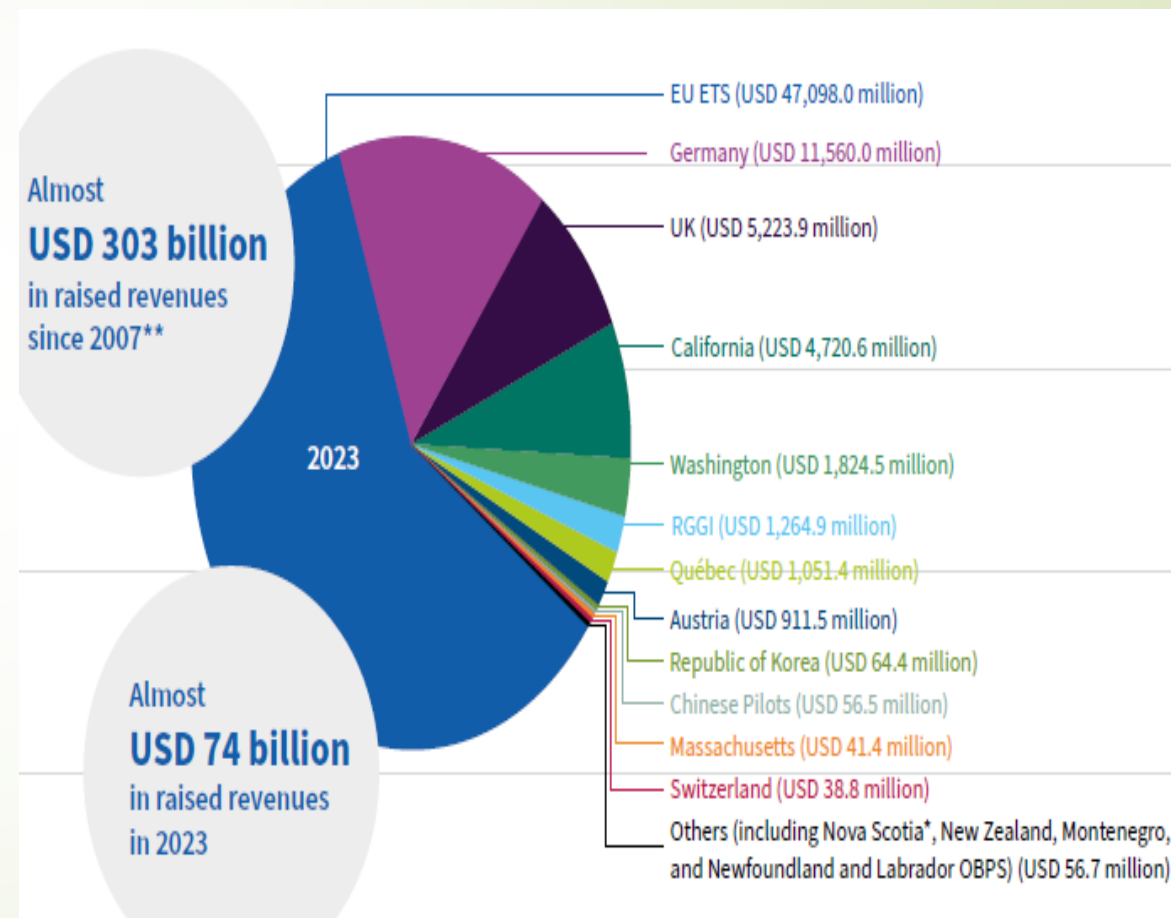
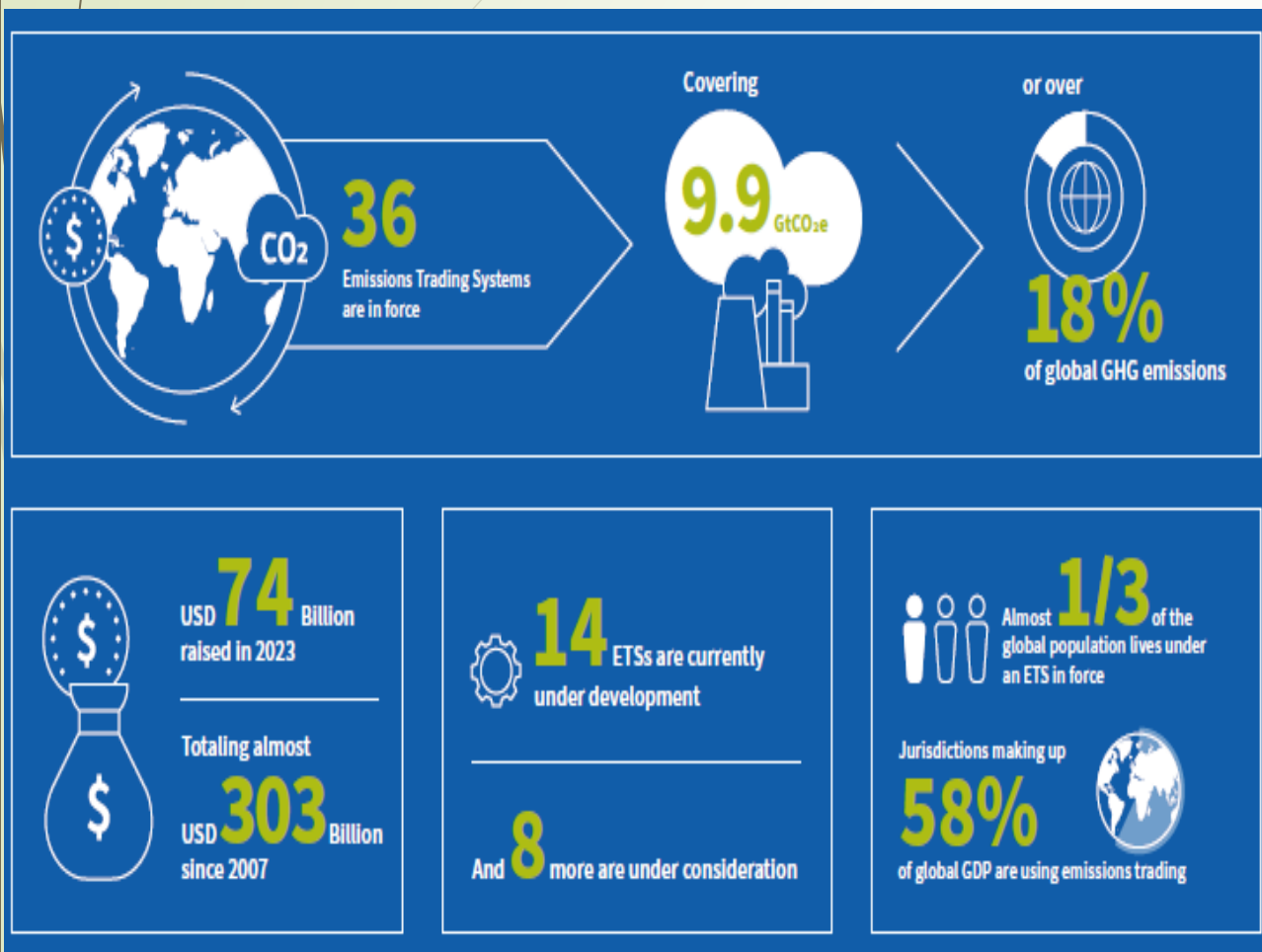


國際碳權型態分類與發行

- ❑ 減量額度(carbon credit)或自願性市場碳權(Voluntary Carbon Market, VCM) , 具有實質減碳的效果。
- ❑ 排放額度(allowance)或稱配額，是政府發給企業的許可排放量(permits)，目的是限制企業排放總量，不具實質減量效果。



全球強制性碳市場現狀(ICAP, 2024)



全球強制性碳交易區域、國家與城市現狀

5個城市



5 Cities

Beijing*
Chongqing*
Shanghai*
Shenzhen
Tianjin*

25個省/州



25 Provinces & States

Alberta	New Jersey
British Columbia	New York
California	Newfoundland and Labrador
Connecticut	Nova Scotia
Delaware	Ontario
Fujian	Prefecture Saitama
Guangdong	Québec
Hubei	Rhode Island
Maine	Saskatchewan
Maryland	Tokyo
Massachusetts	Vermont
New Brunswick	Washington
New Hampshire	

13個國家



13 Countries

Australia
Austria
Canada
China
Germany
Indonesia
Kazakhstan
Mexico
Montenegro
New Zealand
Republic of Korea
Switzerland
United Kingdom

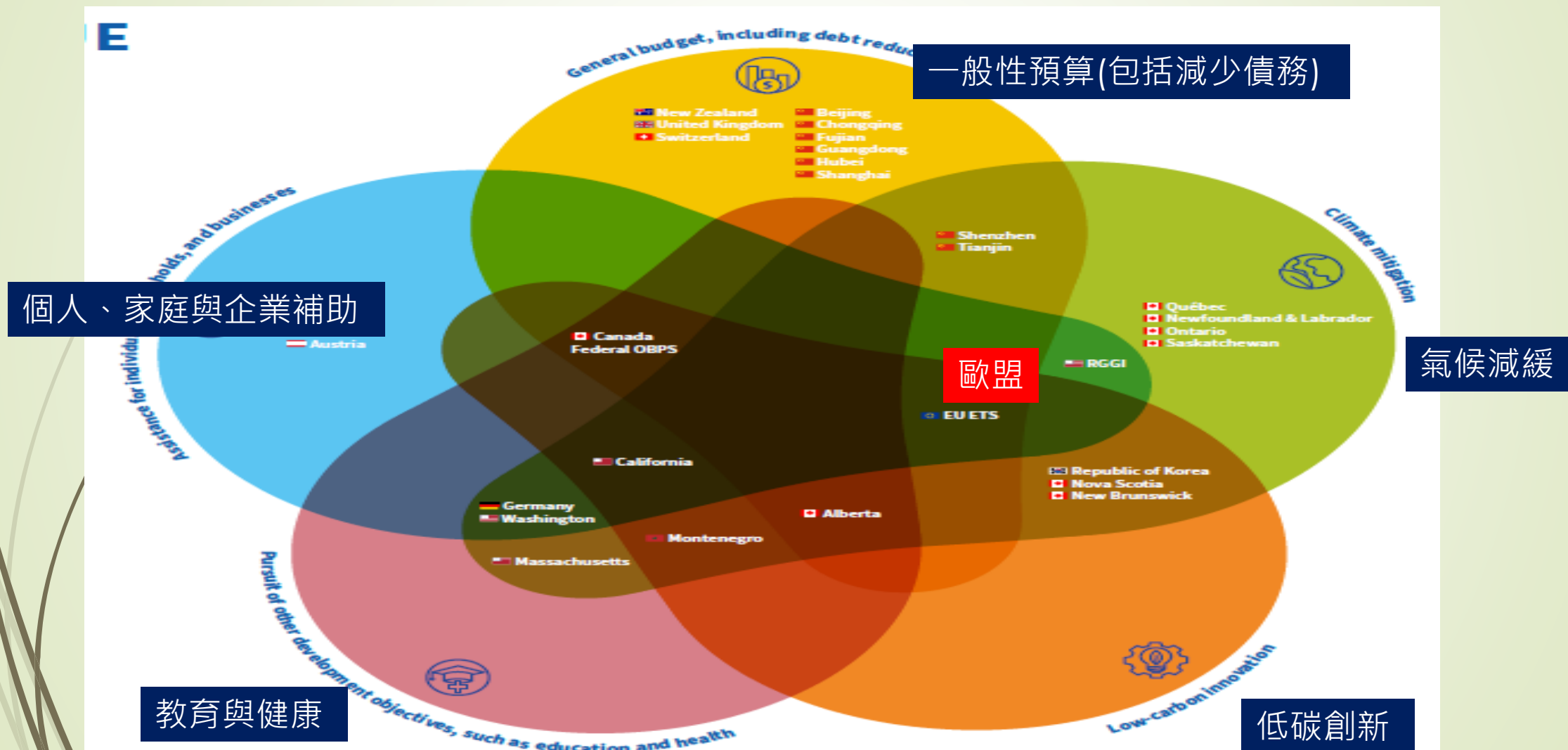
歐盟(27國)



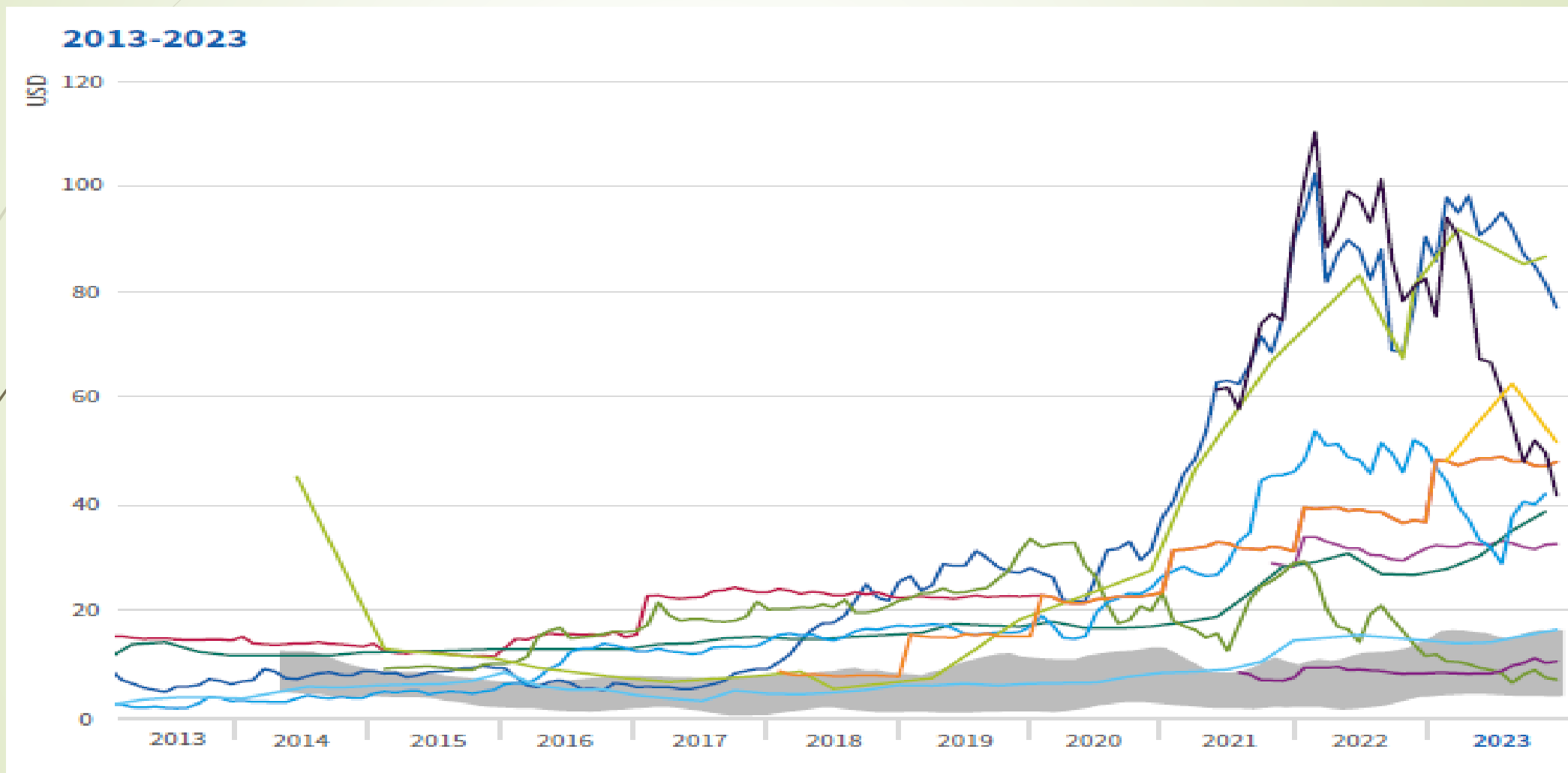
1 Supranational

EU Member States
+ Iceland
+ Liechtenstein
+ Norway

收入-五大使用

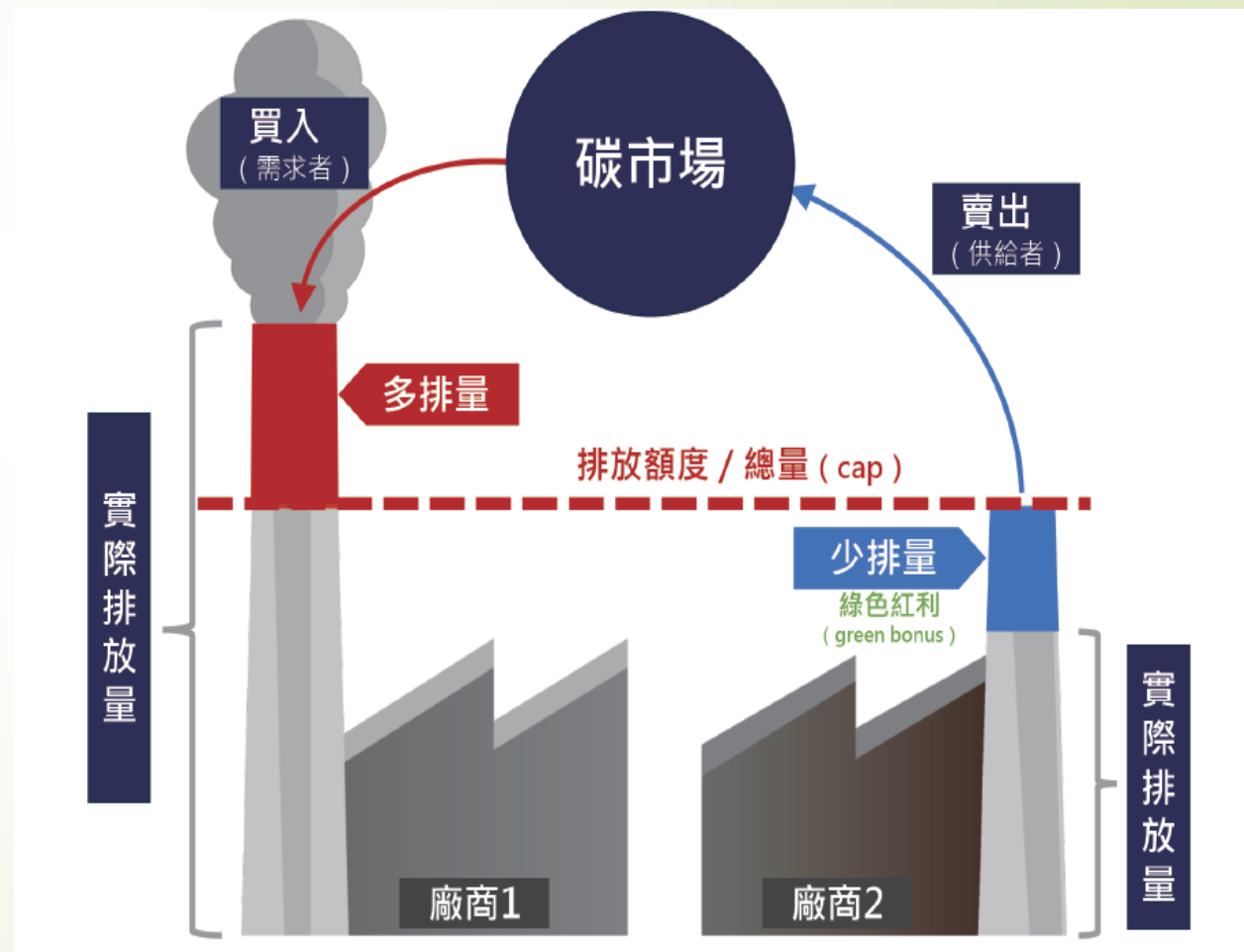


價格訊號-背後代表減碳科技研發



強制性碳交易制度(cap and Trade, C&T)

- 強制性碳交易運行：
 1. 排放額度核配：免費或有償
 2. 建立碳交易所：價格發現(price signal)
 3. 帳戶管理：結算與交割(兩個帳戶)
- 影響碳價因子：(市場供需問題)
 1. 排放額度核配量(no cap no trade)
 2. 經濟成長情況(GDP)
 3. 減碳/碳移除技術發展(再生能源、氫能、CCS等)
 4. 能源價格
 5. 氣候條件

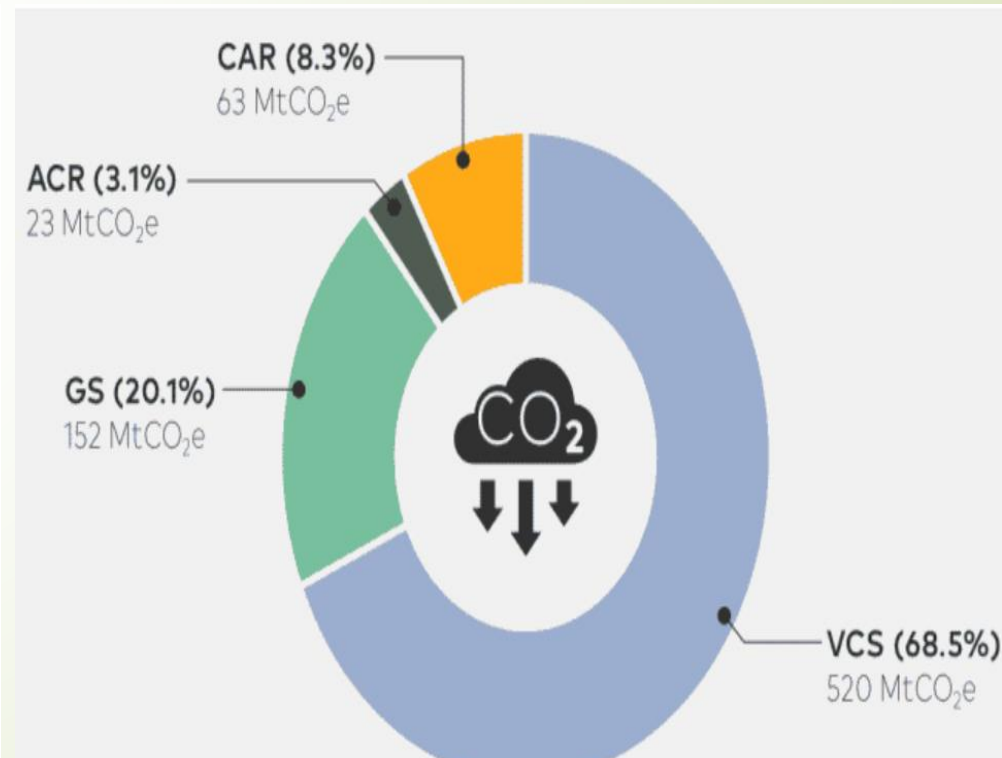


自願性碳市場的四大高品質標準



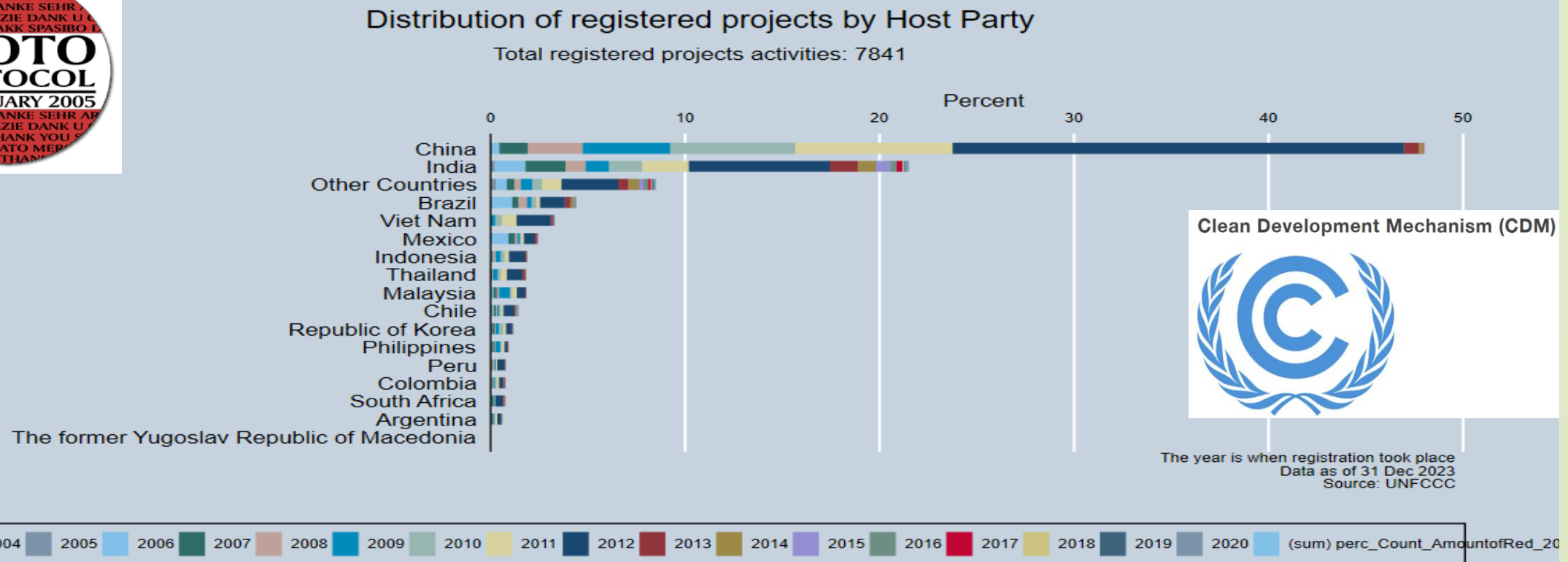
- 自願性碳市場的四大品牌：Verified Carbon Standard(VCS) (碳權VCUs)、Gold Standard(GS) (碳權VER)、American Carbon Registry (ACR)(碳權ERTs)及Climate Action Reserve (CAR)(碳權CRTs)，合計約佔 48%，其中，VCS是最主要的自願性碳市場。

Carbon Offset Program	Market Volume (in M)	Name of carbon credits issued	Project Locations	Projects Sector
 Verified Carbon Standard (VCS)	746 M carbon credits (70% share)	Verified Carbon Units (VCUs)	Projects dominant in developing countries	Covers all sectors
 Gold Standard (GS)	184 M carbon credits (17% share)	Verified Emission Reductions (VER)	Over 80 countries, mostly developing nations	Covers all sectors, excluding REDD+ projects
 American Carbon Registry (ACR)	63 M carbon credits (6% share)	Emission Reduction Tons (ERTs)	United States	Covers AFOLU projects, industrial processes and wastes
 Climate Action Reserve (CAR)	66M carbon credits (6.2% share)	Climate Reserve Tonnes (CRTs)	United States, Canada, Mexico	Agriculture, forestry, wastes, energy, and non-carbon emission reductions



累積註冊7,841個計畫(2023/12/31)

□ 每一個CDM專案都代表一個**低碳投資活動**，藉由碳權誘因，平均每年約激勵有超過**2,000億美元**的低碳投資。



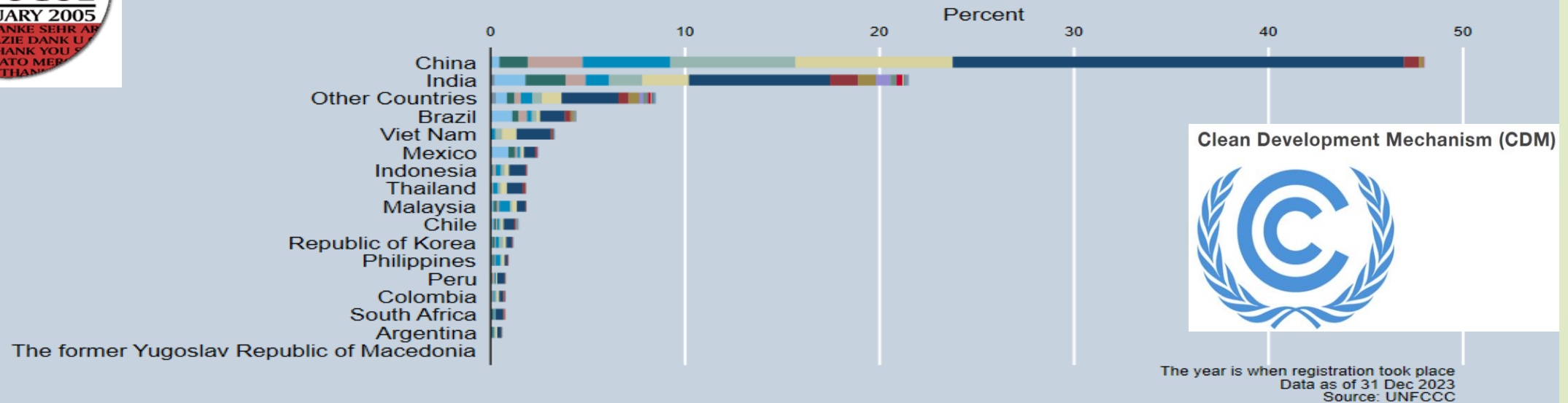
累積註冊7,841個計畫(2023/12/31)

□ 每一個CDM專案都代表一個**低碳投資活動**，藉由碳權誘因，平均每年約激勵有超過**2,000億美元**的低碳投資。



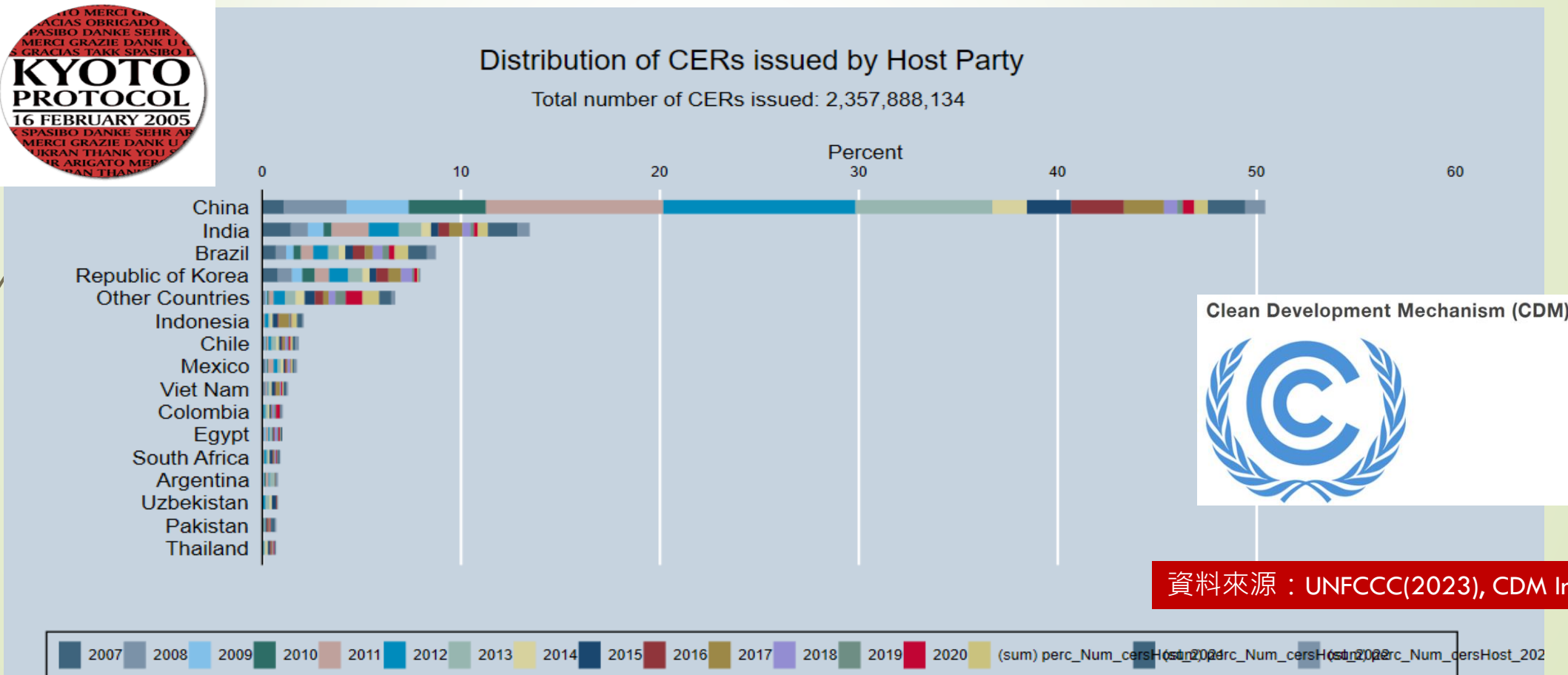
Distribution of registered projects by Host Party

Total registered projects activities: 7841



累計核發2,357,888,134噸CERs

□ 至2023年12月31日止，CDM專案合計核發2,357,888,134噸CERs，每一噸碳權，都代表實質減碳。



台灣抵換專案：已核發24.4百萬噸CO₂e

□能源效率件數最多；低碳燃料轉換雖然較少，但是取得的碳權最多，主要是台電公司的天然氣發電為主。



VCM已累計核發15.7億噸碳權(2021)

(Ecosystem Marketplace, 2022)

1,565,516,993 tons

Total Offset Issuances Tracked

823,281,786 tons

Offset Retirements Tracked

14

Registries Tracked

+40%

More Offsets Issued in 2021, Compared to 2020

+65%

More Offsets Retired in 2021, Compared to 2020

\$2.51

2020 EM Global Carbon Survey Average Price

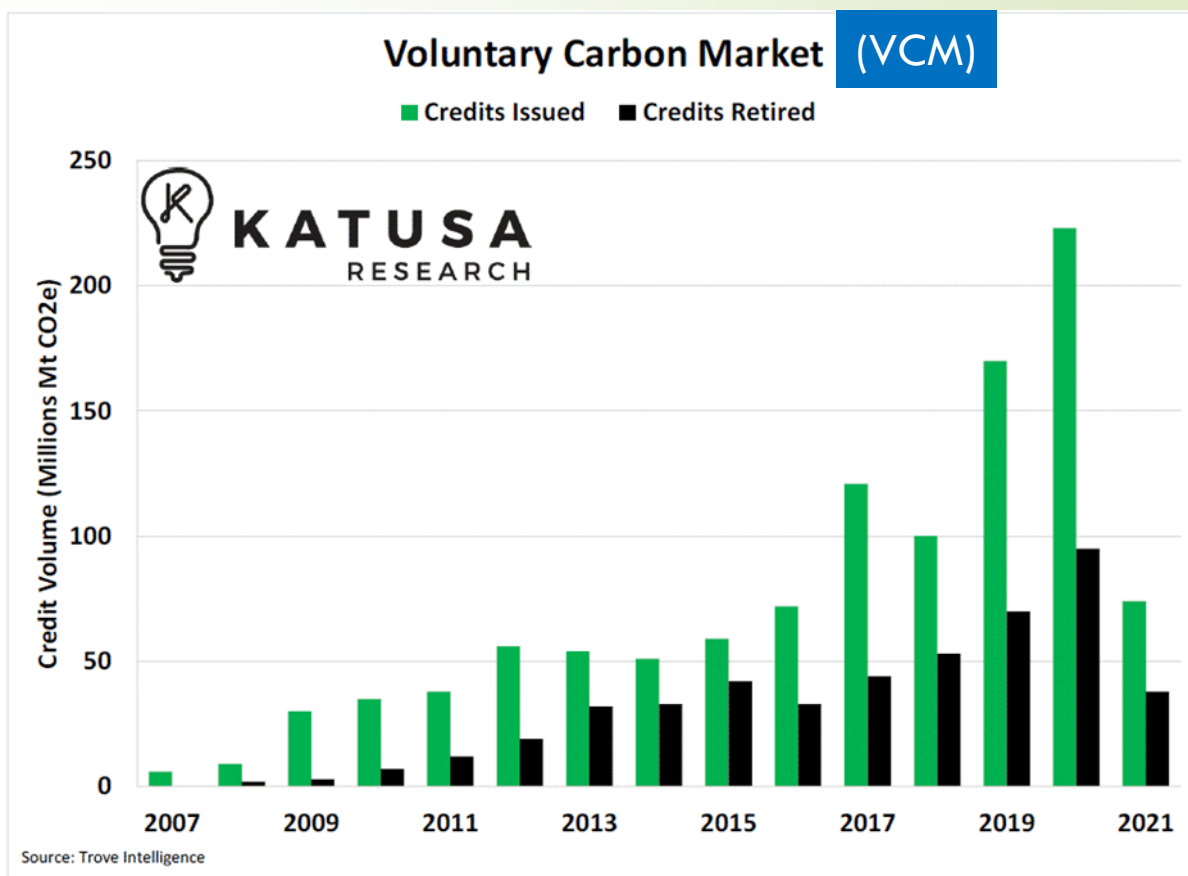
Visionary Partners



3Degrees



Strategic Supporters



碳市場累積交易量23億噸；累計交易總額100億美元(2005-2022)

Figure 1. Voluntary Carbon Market Size by Value of Traded Carbon Credits, pre-2005

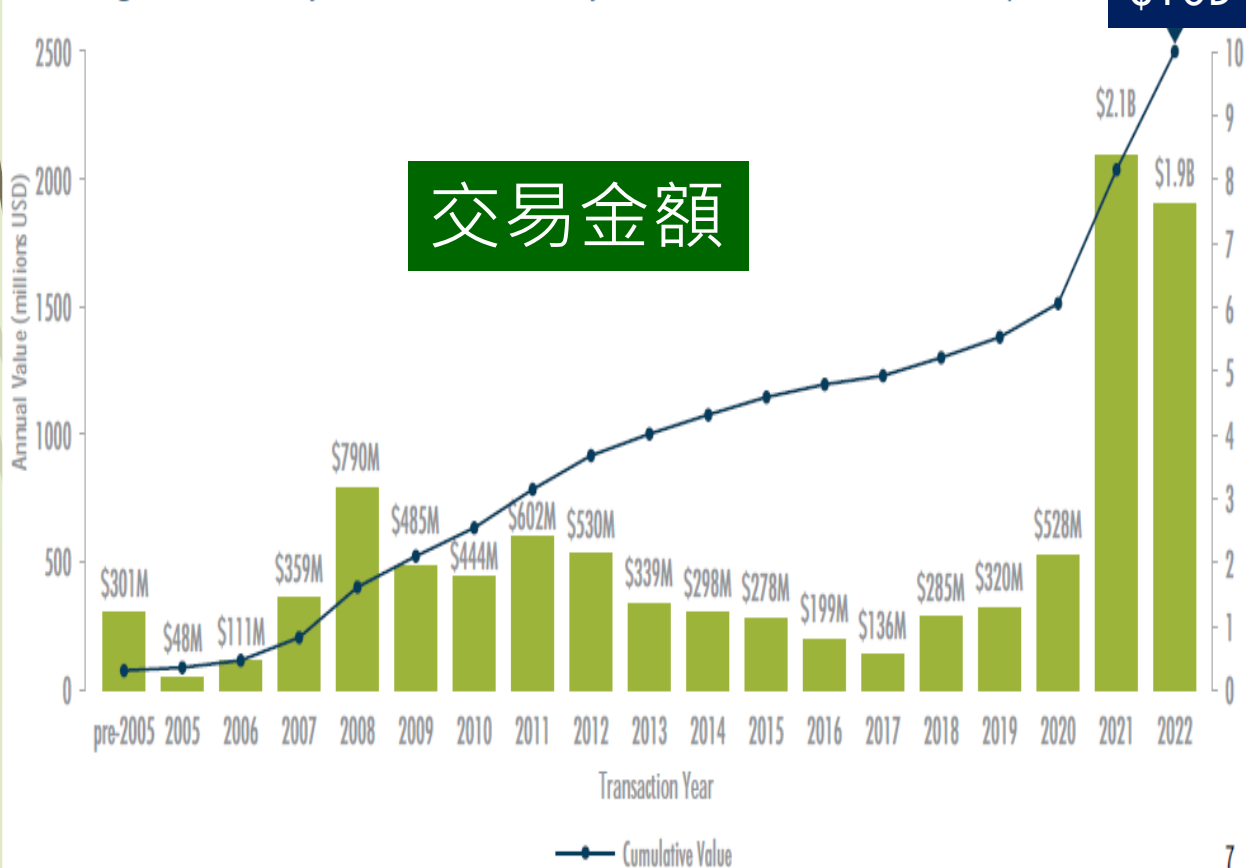


Figure 2. Voluntary Carbon Market Size by Volume of Traded Carbon Credits, pre-2005 to 2022



VCM簽發現狀(2023)

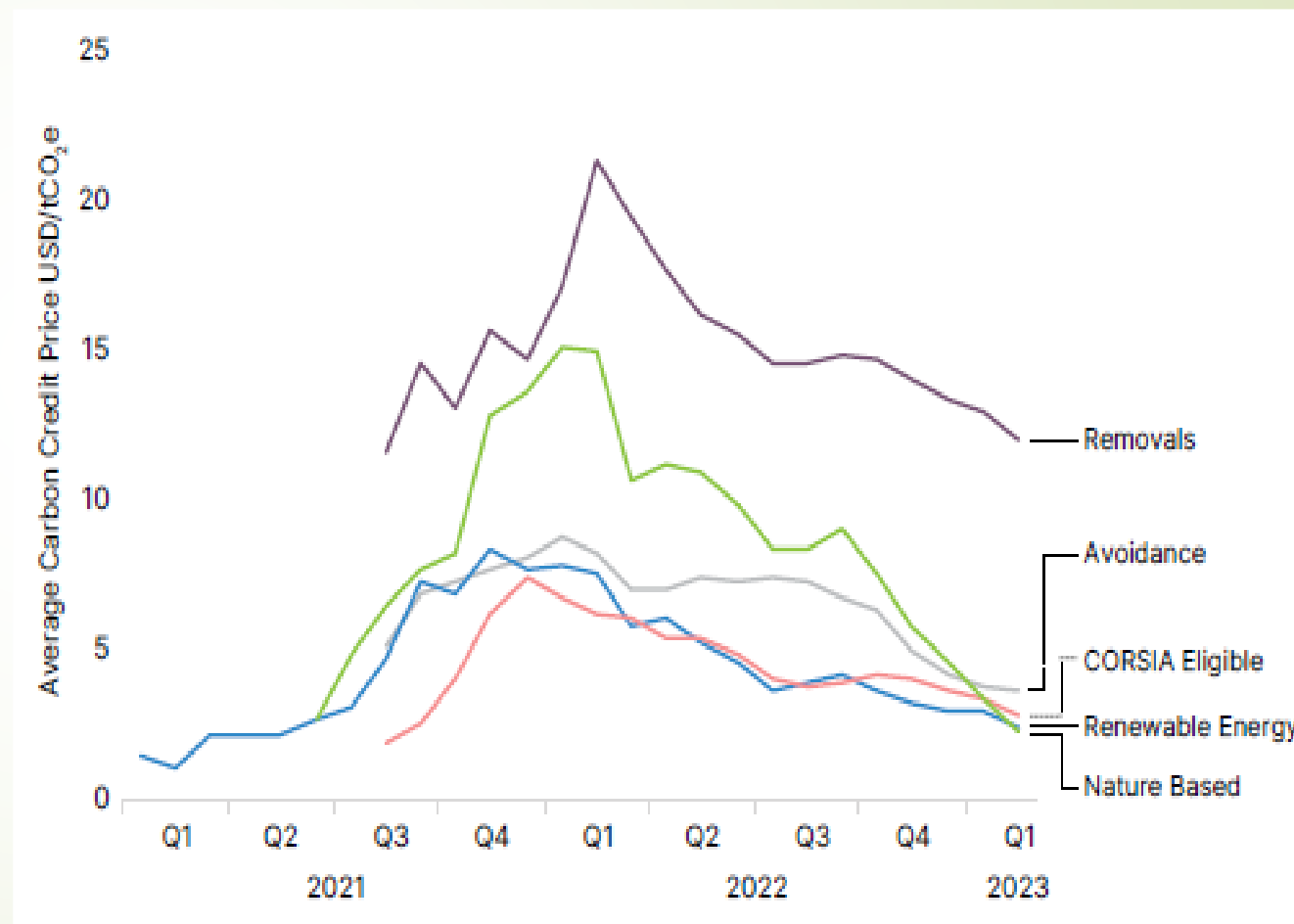
- 自然為本解方/專案：REDD+為主，已簽發**23.3百萬噸**，平均每年約**77.8百萬噸**。
- 科技為本解方/專案：水力與風力發電為主，分別已簽發**9,800萬噸**及**7,700萬噸**，平均每年約**32.9百萬噸(水力)**及**25.8百萬噸(風力)**。

	Project type	Number of issuing projects	Issued credits	Average issuance / project	Average issuance / year
Nature-Based Solutions	ARR	77	28,859,166	374,794	9,619,722
	IFM	20	9,752,175	487,609	3,250,725
	REDD+	79	233,445,000	2,955,000	77,815,000
Technology-Based Solutions	Centralized Solar	81	42,320,913	522,480	14,106,971
	Cookstoves	70	19,021,705	271,739	6,340,568
	Distributed Solar	4	1,781,595	445,399	593,865
	Hydropower	151	98,796,469	654,281	32,932,156
	Wind	239	77,371,153	323,729	25,790,384

註：ARR：Afforestation, Reforestation and Revegetation；IFM: Improve Forest Management.
REDD+：Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation.

碳移除(removal)(增匯)的碳價最高

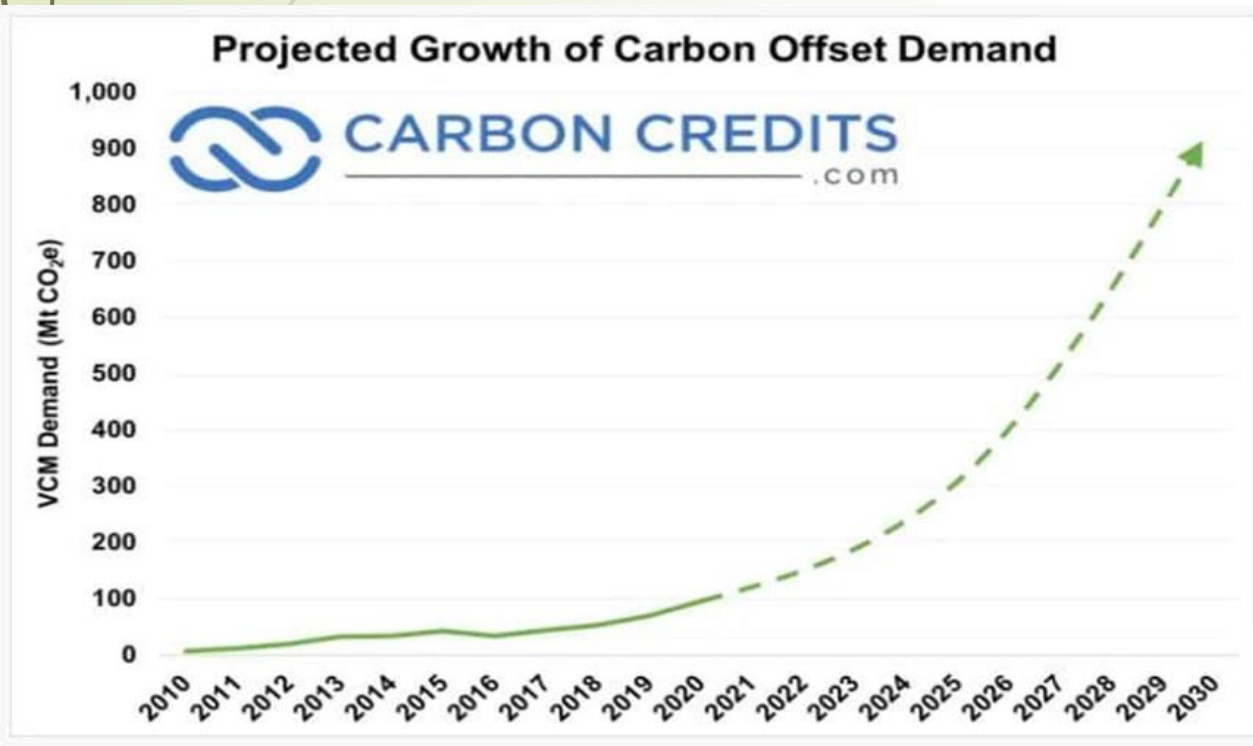
- ❑ 自願性碳市場(Voluntary Carbon Market, VCM)的碳價呈現變化，碳移除(例如CCS等)的碳價最高。
- ❑ 普遍受到俄烏戰爭影響，碳價從2022年往下降，**自然為本**(nature-based solution, NbS)碳價下降最多，從15美元/tCO₂e，下降至低於5美元/tCO₂e。
- ❑ 自願性碳市場沒有**剛性需求支撐**，價格易波動，產生碳權交易風險。



2024/4/22

VCM碳權市場需求大幅增加

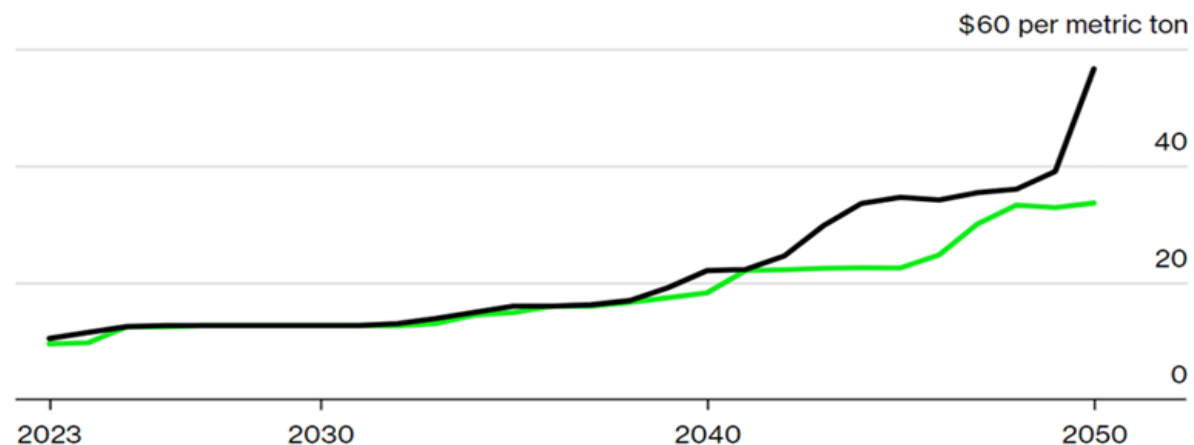
- ❑ COP28之後，企業與個人為達到2030年目標，大幅增加VCM需求，預計到 2030 年將成長至 500 億美元。
- ❑ VCM的碳價預計會成長63%，由2023年的平均碳價約10美元/噸CO₂e，會上漲至 40-60美元/噸CO₂e。



Efforts to Maximize Domestic Carbon Offset Value to Lift Prices

Combination of nationalist policies like taxes and internationalist policies like land rights deals could boost credit prices by 63% in 2050

Carbon (inter)nationalism scenario BNEF's baseline scenario



Source: BloombergNEF

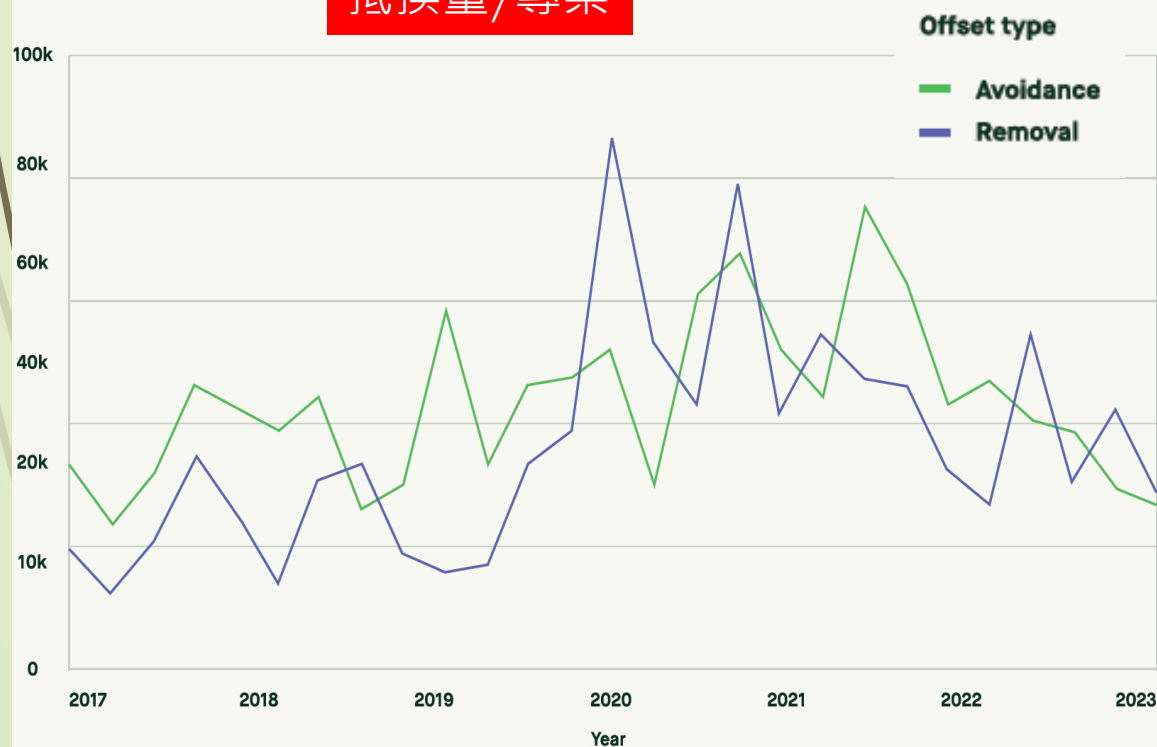
Note: The baseline scenario is the voluntary market scenario in BNEF's Long-Term Carbon Offset Outlook 2023.

碳移除(Carbon Dioxide Removal, CDR)專案是未來重要減碳投資

Retirement & Forward Investment Trends

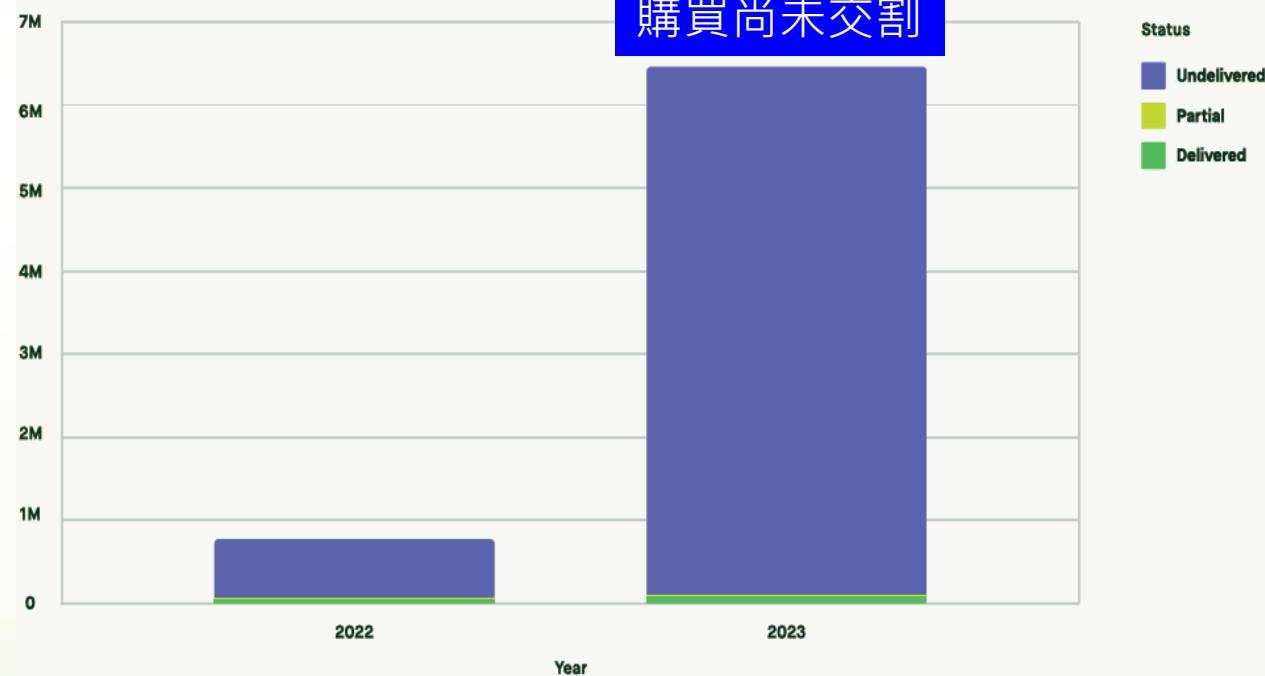
Average retirement volume per project

抵換量/專案



購買量

購買尚未交割



全球自願性碳市場(2024)

Pre-registration

2,562

16 Projects added since last week

Registered

10,794

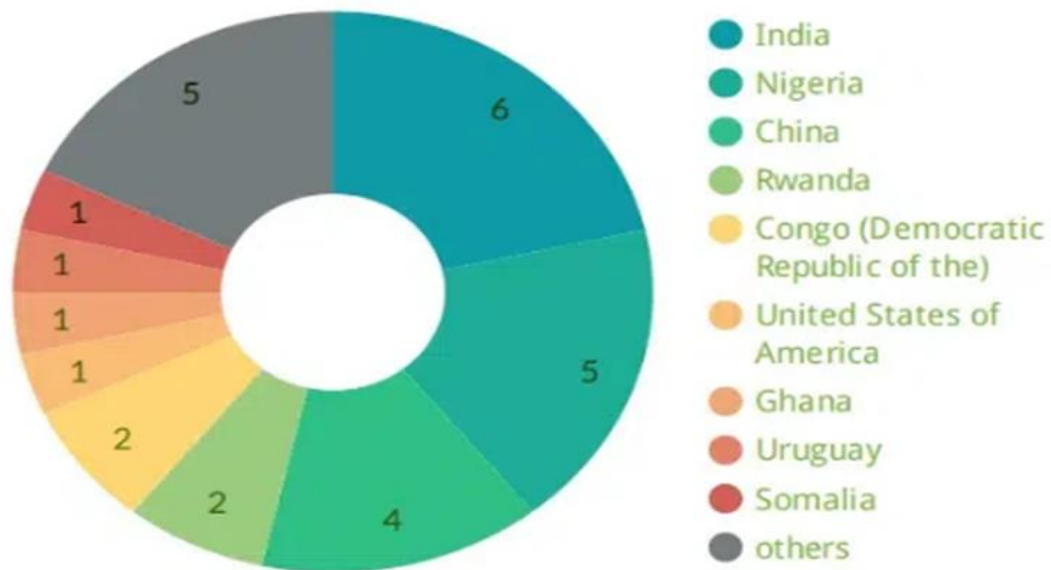
28 Projects added since last week

Issuing

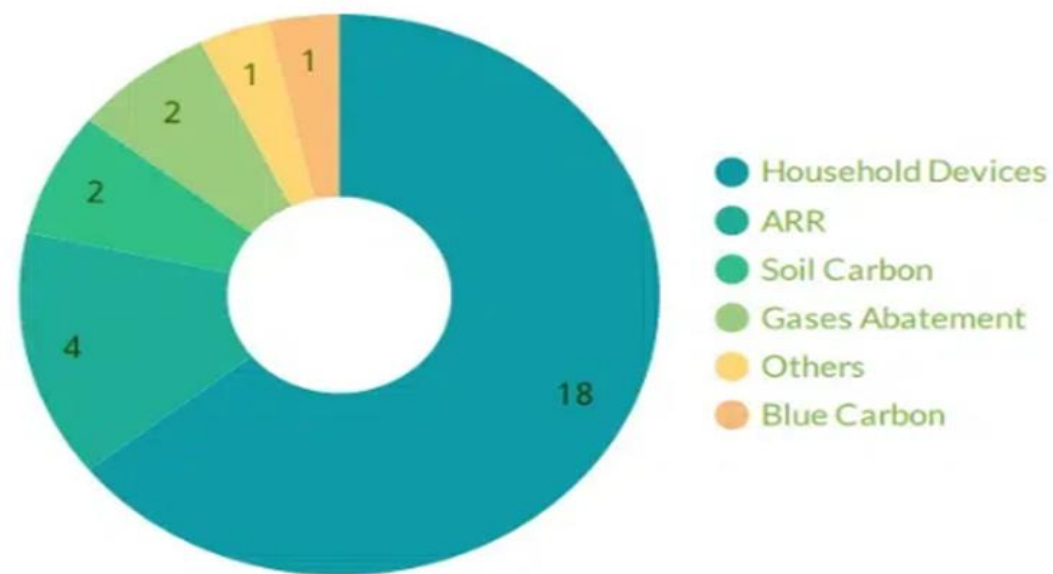
3,344

37 Projects added since last week

New projects by Country

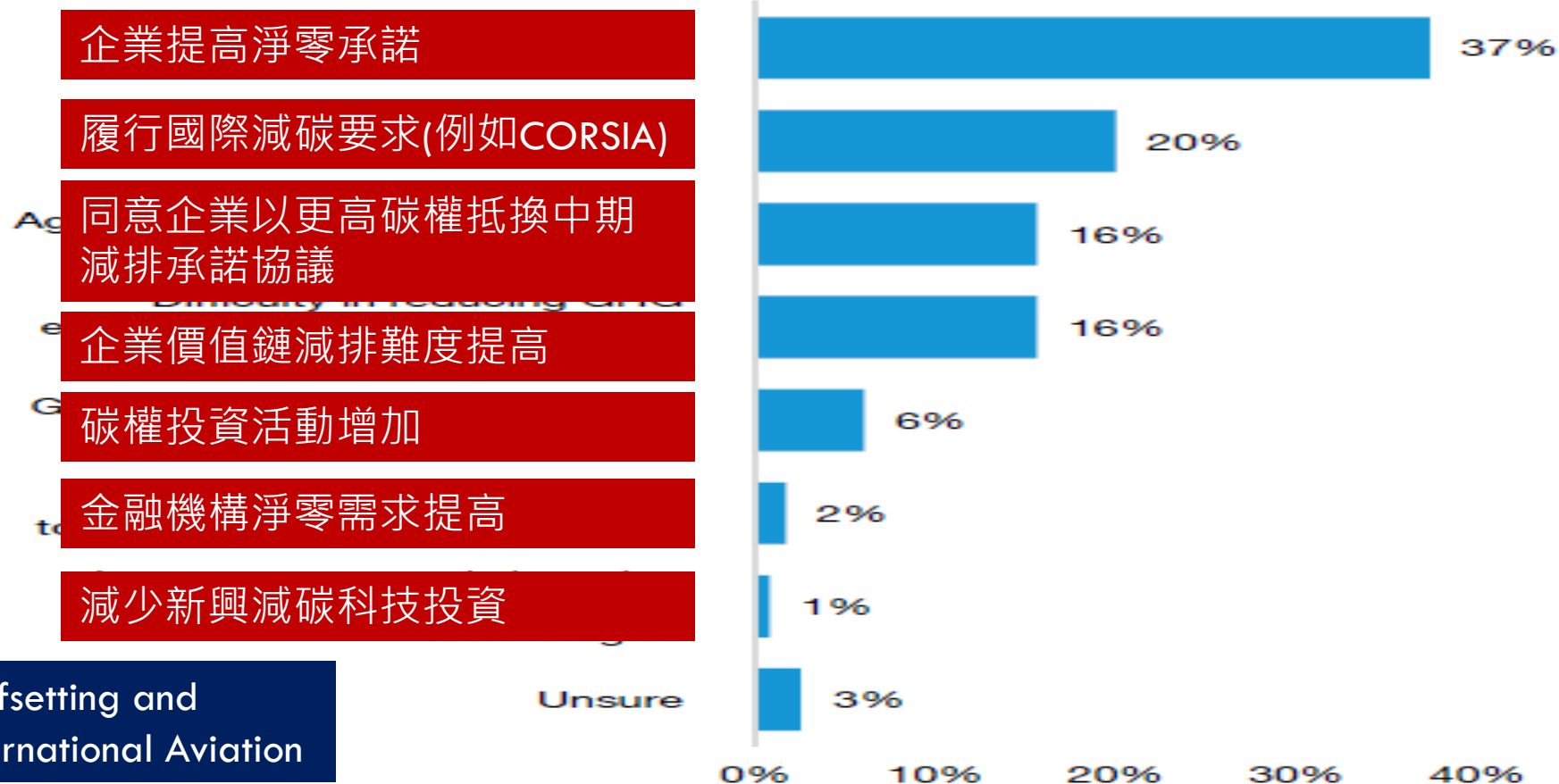


New projects by Category



提高減碳額度(credit)需求的因素-影響流動性

Figure 18: What do you think are the primary drivers for the increase in demand for carbon credits?

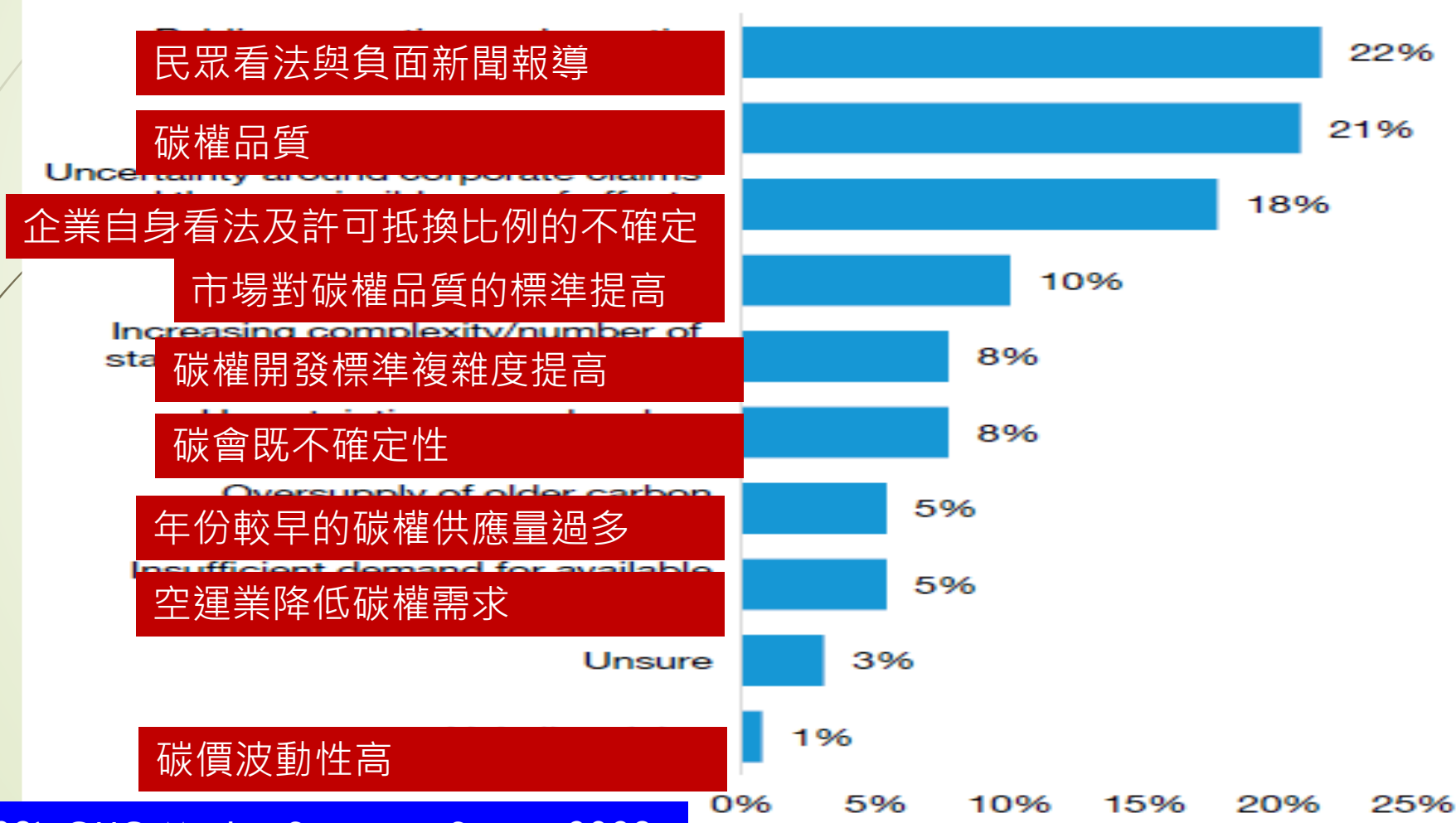


註：CORSIA: Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation

自願性碳市場發展的主要挑戰-影響流動性

Figure 19:
voluntary c

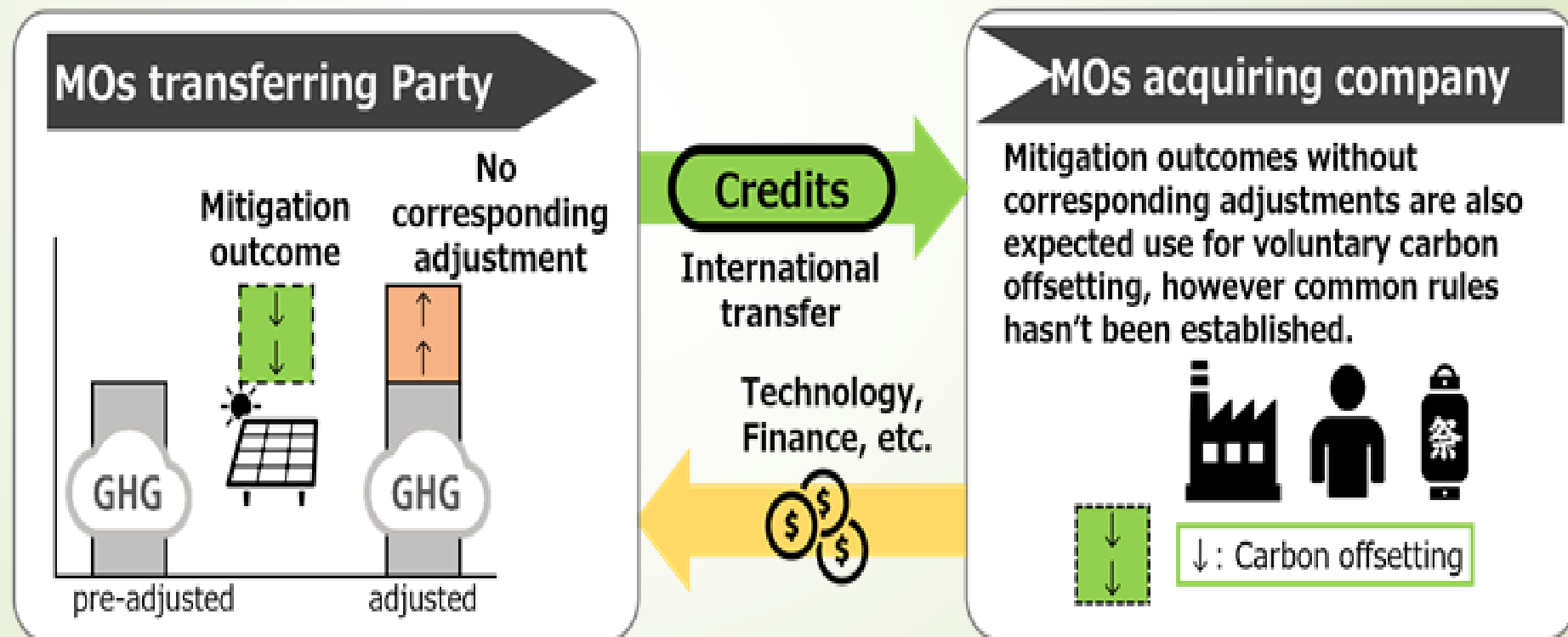
未來一年國際自願性碳市場面臨的兩大主要挑戰



2024/4/22

企業使用自願性碳權抵換-對應調整 (Corresponding Adjustment, CA)

Using mitigation outcomes without authorization of ITMOs





shutterstock.com · 2229236147

VCM市場流動性影響因子

27

□ 影響碳市場流動性：規範漂綠(greenwashing)

1. 供給面：碳權品質

2. 需求面：減碳目標、碳權與氣候績效及碳權抵換完整性

流動性影響因子-碳權品質

□ Ecosystem Marketplace(EM)2023年的最新碳市場報告發現，高品質碳權已成為主流，市場願意付高價購買高品質碳權。

□ 高品質碳權特徵：

1. 自然為本碳權
2. 兼具附屬效益
3. 滿足多項SDGs
4. 年份較新
5. 較落後區域開發碳權



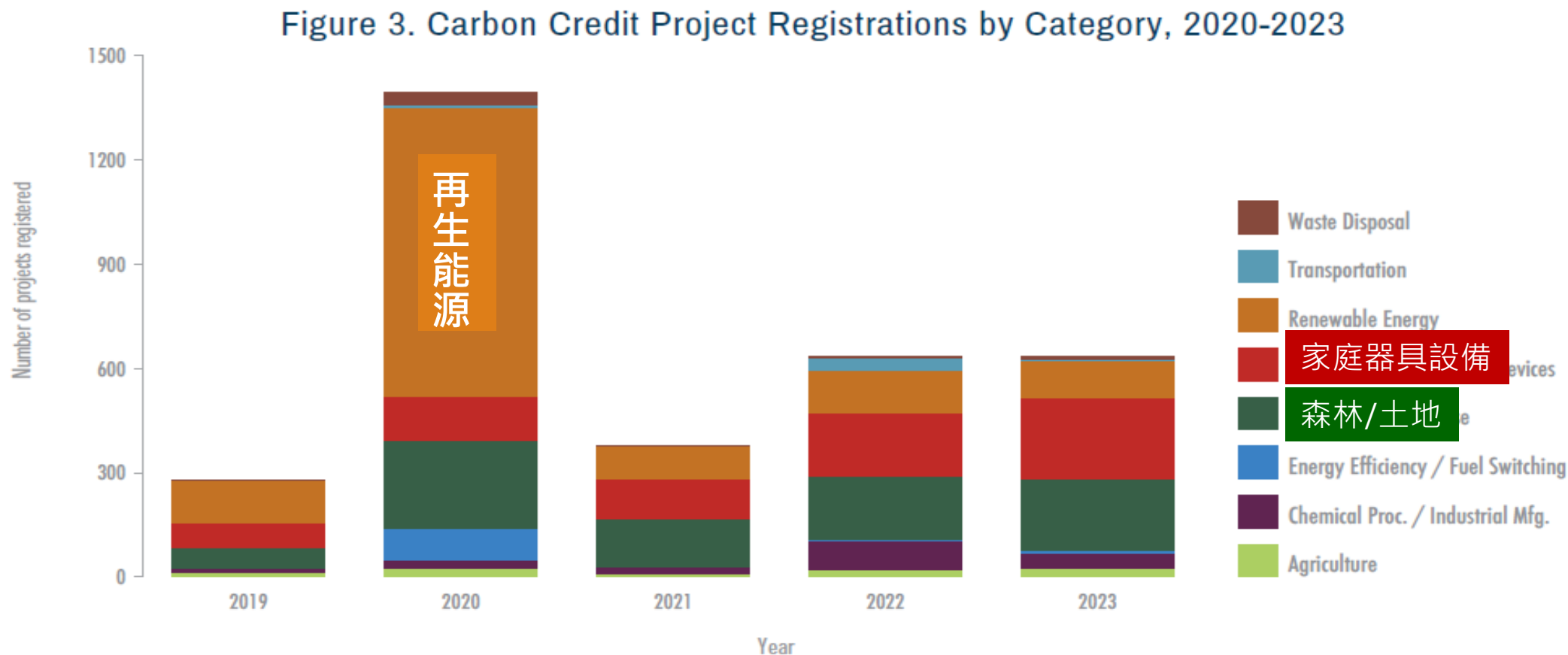
ECOSYSTEM MARKETPLACE INSIGHTS REPORT

Paying for Quality

State of the Voluntary Carbon Markets 2023

November 28, 2023

碳權註冊型態：由再生能源轉為家用器具與林業為主



Notes:

Figure 3 includes data on project registrations from ACR, CAR, CDM, City Forest Credits, Global Carbon Council, Gold Standard, Peatland Code, Plan Vivo, Woodland Carbon Code, and VCS registries.

2023 data is partial and includes project registrations through October 16, 2023.

自然為本型態碳價最高

Table 3. VCM Transaction Volumes, Values, and Prices, by Project Category, 2021-2023 YTD

CATEGORY	2021			2022			2021-2022 PERCENT CHANGE			2023 (YTD)
	VOLUME (MtCO ₂ e)	VALUE (USD)	PRICE (USD)	VOLUME (MtCO ₂ e)	VALUE (USD)	PRICE (USD)	VOLUME	VALUE	PRICE	PRICE (USD)
FORESTRY & LAND USE	242,339,151	\$1,401,461,426	\$5.78	113,253,651	\$1,148,848,783	\$10.14	-53%	-18%	+75%	\$11.21
RENEWABLE ENERGY	214,508,581	\$463,950,451	\$2.16	92,477,042	\$386,054,729	\$4.16	-57%	-17%	+93%	\$3.97
CHEMICAL PROCESSING & INDUSTRIAL MANUFACTURING	17,253,275	\$53,877,016	\$3.12	13,338,781	\$68,531,895	\$5.14	-23%	+27%	+65%	\$4.69
HOUSEHOLD / COMMUNITY DEVICES	8,687,821	\$46,606,814	\$5.36	9,070,331	\$77,590,244	\$8.55	+4%	+66%	+60%	\$7.33
ENERGY EFFICIENCY / FUEL SWITCHING	10,936,656	\$23,583,132	\$2.16	6,601,354	\$35,577,952	\$5.39	-40%	+51%	+150%	\$3.69
WASTE DISPOSAL	11,647,530	\$42,292,142	\$3.63	6,207,615	\$44,870,139	\$7.23	-47%	+6%	+99%	\$9.00
AGRICULTURE	987,026	\$9,525,119	\$9.65	3,783,393	\$41,700,362	\$11.02	+283%	+338%	+14%	\$6.43
TRANSPORTATION	5,405,466	\$6,257,391	\$1.16	176,338	\$770,485	\$4.37	-97%	-88%	+277%	-

具有附屬效益的碳權價格約高兩倍

Table 8. VCM Transaction Volumes, Values, and Prices, With vs. Without Co-benefits for Trades with Project ID, 2021-2023 (YTD)

	2021			2022			2023 (YTD)
CO-BENEFIT STATUS	VOLUME (MtCO ₂ e)	VALUE (USD)	PRICE (USD)	VOLUME (MtCO ₂ e)	VALUE (USD)	PRICE (USD)	PRICE (USD)
ALL VCM	260.2	\$1.15Bn	\$4.41	121.5	\$988M	\$8.13	\$7.59
NO CO-BENEFITS	97.1	\$327M	\$3.37	66.2	393M	\$5.94	\$6.07
HAS CO-BENEFITS	163.1	\$819M	\$5.02	55.4	587M	\$10.60	\$10.08
ALL VCS TRANSACTIONS	203.8	945M	\$4.64	79.3	725M	\$9.14	\$9.06
NO CO-BENEFITS	42.1	126M	\$2.99	24.1	133M	\$5.52	\$5.63
HAS CO-BENEFITS	161.7	816M	\$5.05	55.1	586	\$10.62	\$10.08

3.7億噸VCUs取得CCB標章



Climate, Community & Biodiversity Standards

The CCB Program is the leading framework for assessing land management projects that create net positive benefits for climate change mitigation, for local communities and for biodiversity. The standards can be applied to all types of land management projects, including forest conservation and restoration, agroforestry, sustainable agriculture, and others. The CCB Program can be used in conjunction with a GHG crediting program, such as the VCS Program, and carbon credits can be labeled with the co-benefits certified under the CCB Program.

SEARCH FOR PROJECTS ▼

Project and Credit Summary

CCB Projects Validated

42

CCB Projects Verified

80

CCB-labeled VCUs issued

369,611,084

CCB-labeled VCUs retired

190,325,777

結合SDG的碳權價格約高兩倍

Table 9. VCM Transaction Volumes, Values, and Prices, With vs. Without SDGs for Trades with Project ID, 2021-2023 (YTD)

	2021			2022			2023 (YTD)
SDG STATUS	VOLUME (MtCO ₂ e)	VALUE (USD)	PRICE (USD)	VOLUME (MtCO ₂ e)	VALUE (USD)	PRICE (USD)	PRICE (USD)
ALL VCM	260.2	\$1.147Bn	\$4.41	121.5	\$988M	\$8.13	\$7.59
NO SDGS	128	\$438M	\$3.42	77.9	\$485M	\$6.23	\$6.35
HAS SDGS	132.2	\$709M	\$5.36	43.7	\$505M	\$11.58	\$8.76

3千萬噸VCUs取得SD標章



Sustainable Development Verified Impact Standard

The SD VISTA Program is a flexible framework that sets out rules and criteria for the design, implementation and assessment of projects that aim to deliver high-impact sustainable development benefits. SD VISTA also allows projects to link their social and environmental impacts to the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs). SD VISTA enables donors and investors to identify, support and help drive finance to activities that generate measurable sustainable development outcomes.

SEARCH FOR PROJECTS ▾

Project and Credit Summary

SD VISTA Projects Listed

136

SD VISTA Projects Registered

35

Total SD VISTA-labeled VCUs issued

30,984,745

Total SD VISTA-labeled VCUs retired

13,925,959

流動性影響因子-遵守5Ps淨零承諾

□ 滿足產業供應鏈與金融機構投融资需求。

RACE TO ZERO

START

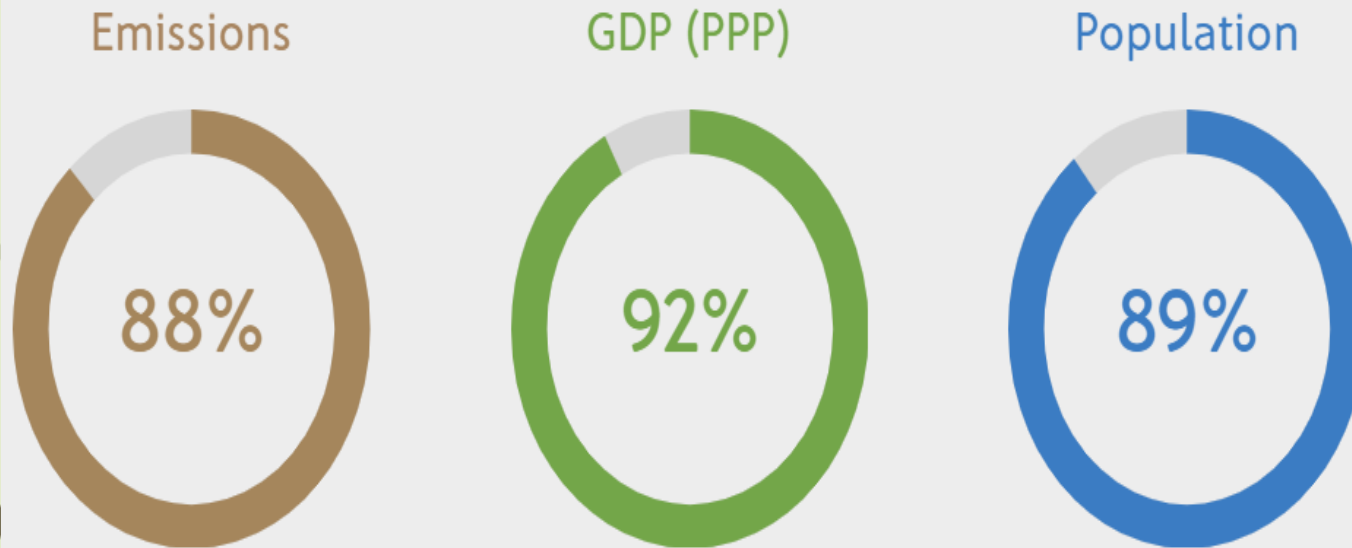


起跑線(starting line)	內容
承諾(<u>p</u> ledge)	組織領導人需要盡速宣布淨零排放目標，盡最大努力設定 2030年減排50%目標 ，溫室氣體應覆蓋範疇3
方案 (<u>p</u> lan)	1年內 要解釋達到短中長目標的規劃。
程序(<u>p</u> roceed)	立即採行淨零排放行動。
公布(<u>p</u> ublish)	承諾每年要公布 減排的進展 。
說服(<u>p</u> ersuade)	1年內，加入相關產業公會淨零倡議(2030減排50%等)。

全球已有1,143家大企業承諾淨零



GLOBAL NET ZERO COVERAGE



NET ZERO NUMBERS

Countries	Regions
148	161
Cities	Companies
271	1,143

Country-level coverage only. We do not include sub-national net zero targets in countries without

資料來源：Net Zero Tracker (2024/04/21).

Out of 198 countries, 709 regions, 1,186 cities and 2,078 companies.

追蹤大型企業參照5Ps原則

NAME ↑↓	COUNTRY ↑↓ All ▾	SECTOR ↑↓ All ▾	ANNUAL REVENUE ↓	TARGET YEAR ↑↓ All ▾	TARGET TYPE ↑↓ All ▾	END TARGET STATUS ↑↓	INTERIM TARGET ↑↓ All ▾	DETAILED PLAN ↑↓	REPORTING MECHANISM ↑↓	SCOPE 3 COVERAGE ↑↓
Walmart	USA	Retail	\$559bn	2040	Net zero	In corporate strategy	2025			
Apple	USA	Retail	\$379bn	2030	Carbon neutral(ity)	In corporate strategy				
UnitedHealth	USA	Services	\$298bn	2035	Net zero	Declaration / pledge	2030			
Amazon	USA	Retail	\$296bn	2040	Net zero	In corporate strategy	2025			
PetroChina Co	CHN	Fossil Fuels	\$281bn	2050	Other	Declaration / pledge	2025			
Exxon Mobil	USA	Fossil Fuels	\$281bn	2050	Net zero	In corporate strategy	2030			

ALL IN ON CLIMATE: THE ROLE OF CARBON CREDITS IN CORPORATE CLIMATE STRATEGIES

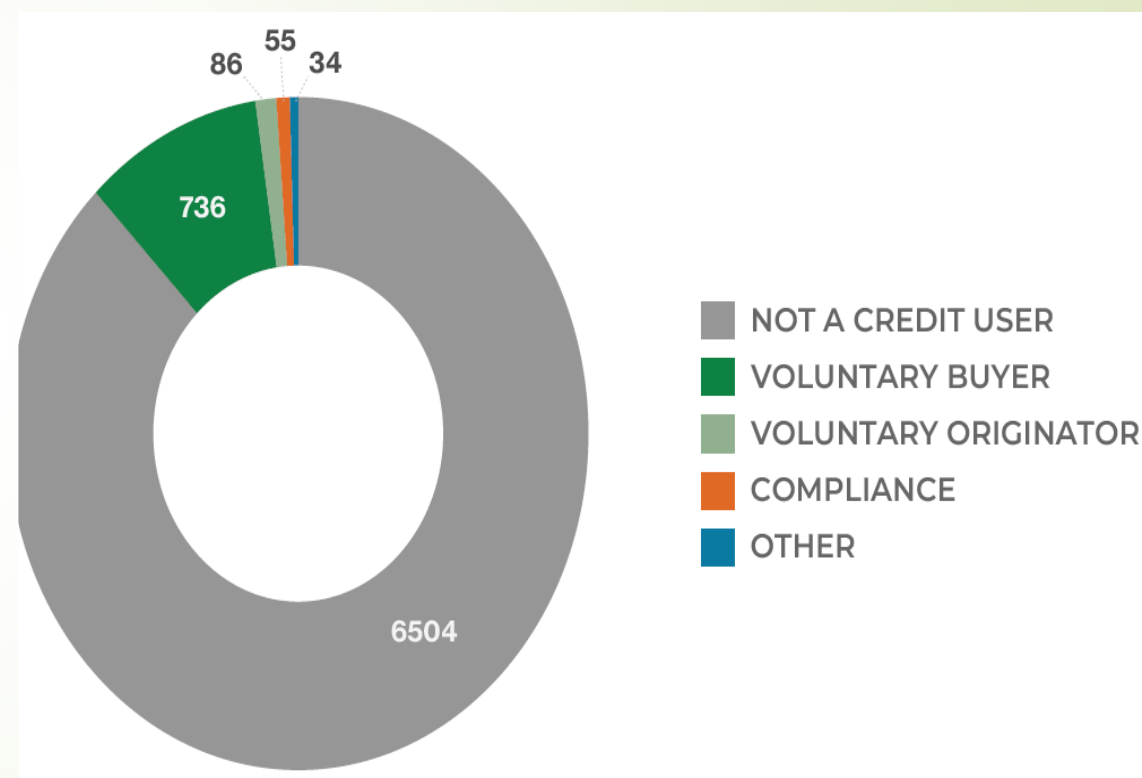
OCTOBER 2023

38

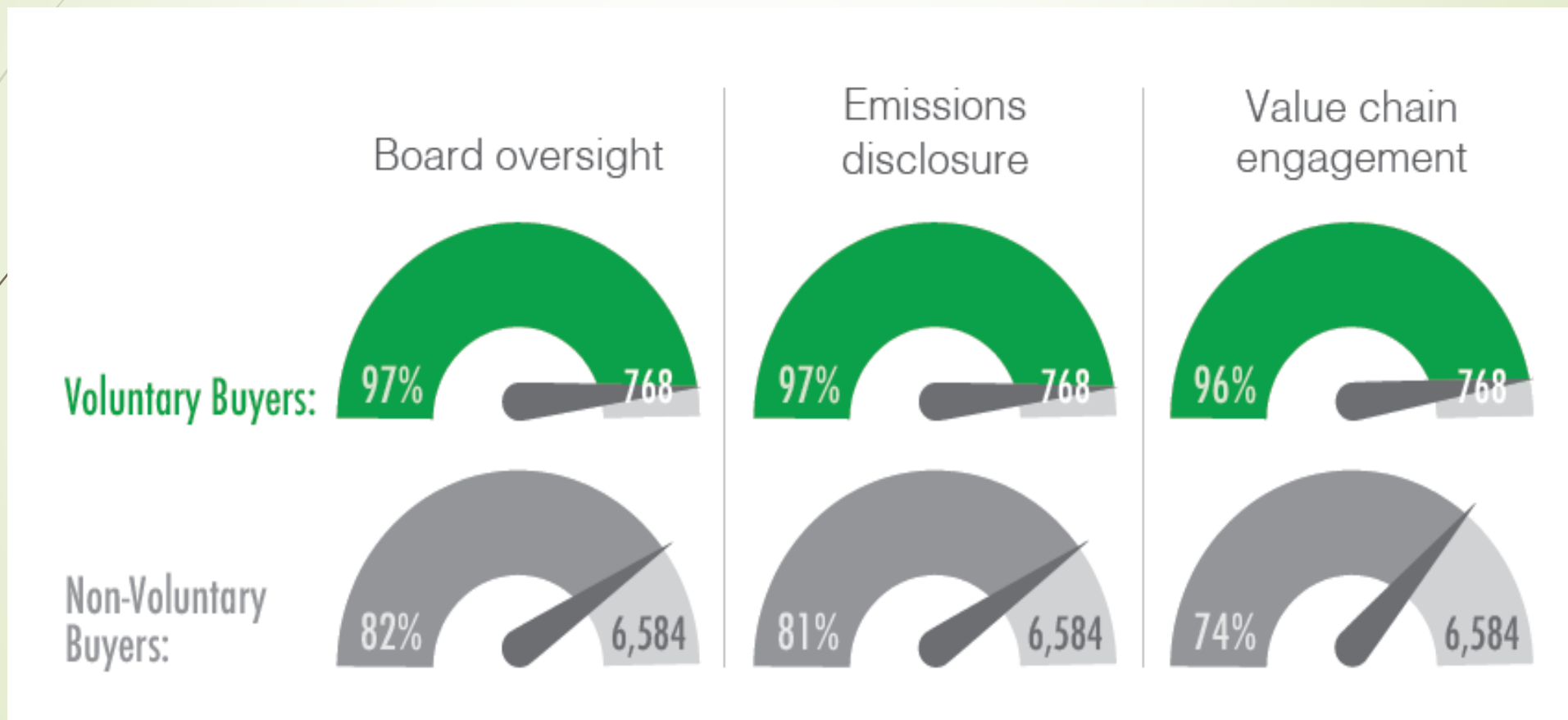
影響流動性-碳權使用與氣候績效

10%CDP申報企業參與自願性碳市場

□ 2022 年有7,415 家公司向 CDP 氣候變遷計畫公開揭露，其中，822 家公司（11%）購買（736 家）或規劃購買（86 家）自願性碳權(或減量額度)(carbon credit)。



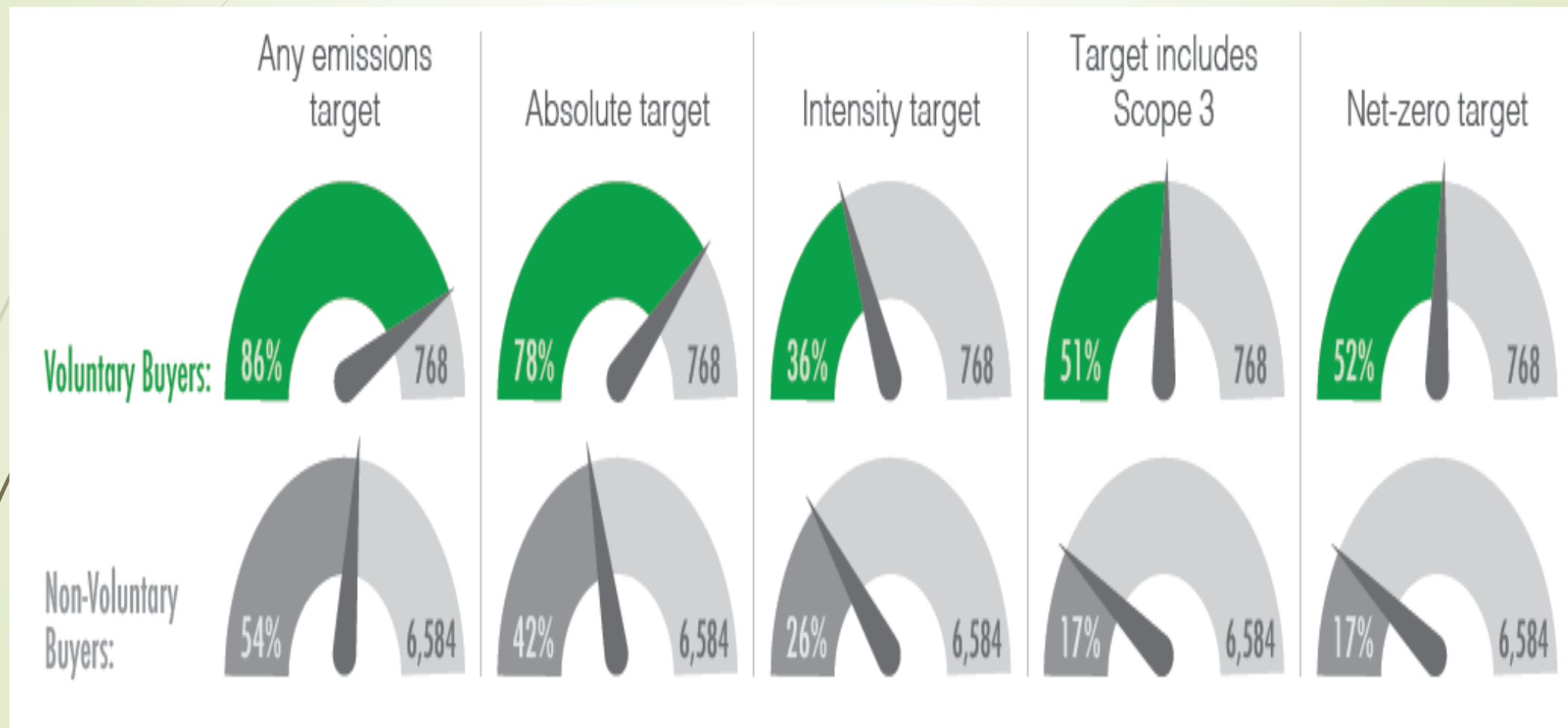
自願碳權購買企業在透明度、問責和減量雄心等表現較佳



自願碳權購買企業在溫室氣體排放查證的表現較佳



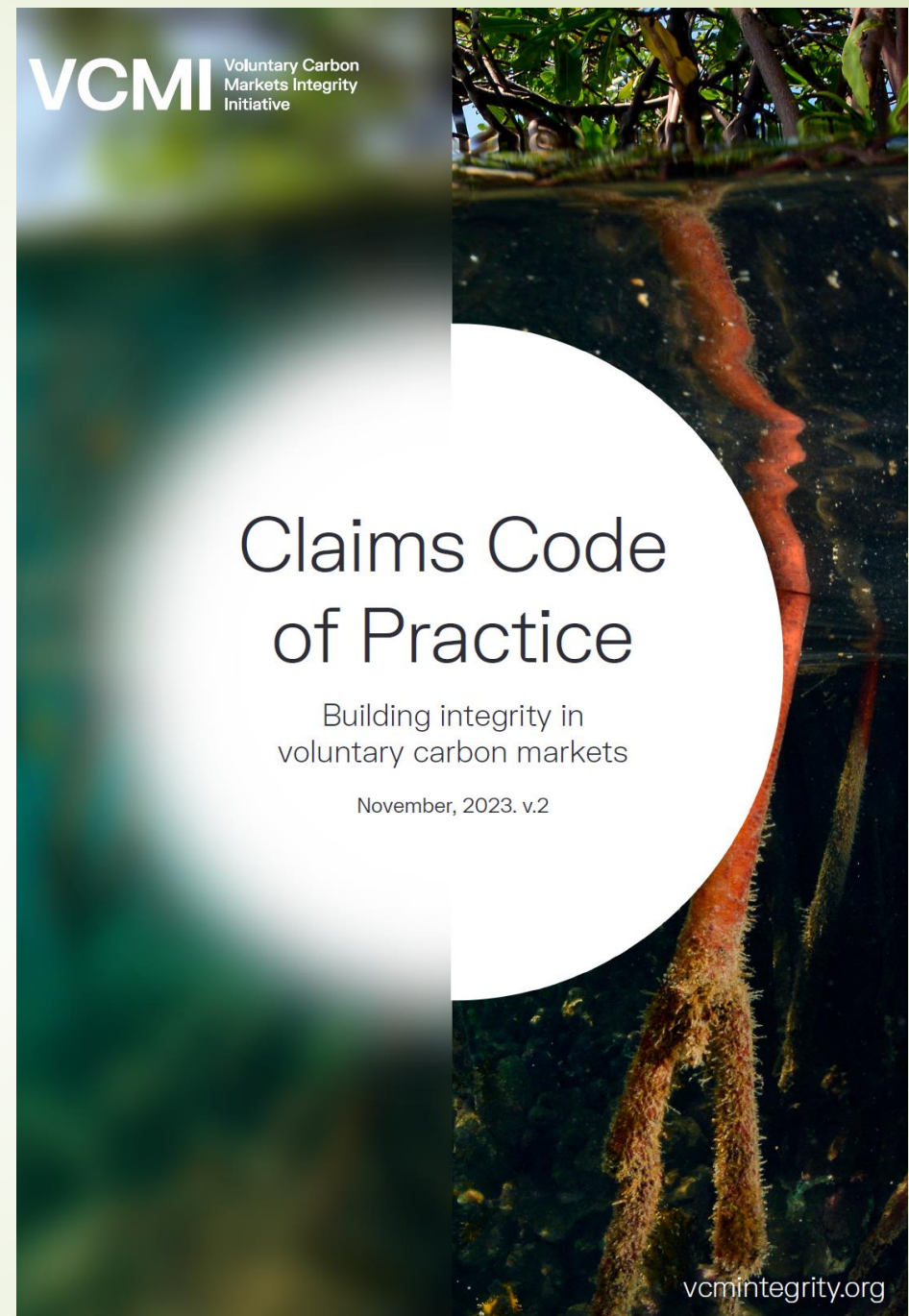
自願碳權購買企業的雄心目標表現較佳



影響流動性 -碳權抵換完整性標準

43

□ 國際自願性碳市場倡議 (Voluntary Carbon Market Initiative, [VCMI, 2023](#)) 提出自願性碳權抵換標準，稱為碳權使用的完整性 (Integrity)，提供全球參考。



自願性碳權抵換的完整性標準

01

揭露公司溫室氣體盤查資料、揭露短期減量目標與承諾2050年淨零、企業採行淨零轉型行動(財務與治理)、公開宣導巴黎協定及減碳雄心。

02

取得VCMI的短期減量目標的認證，白金級、黃金級及銀級碳權抵換。

03

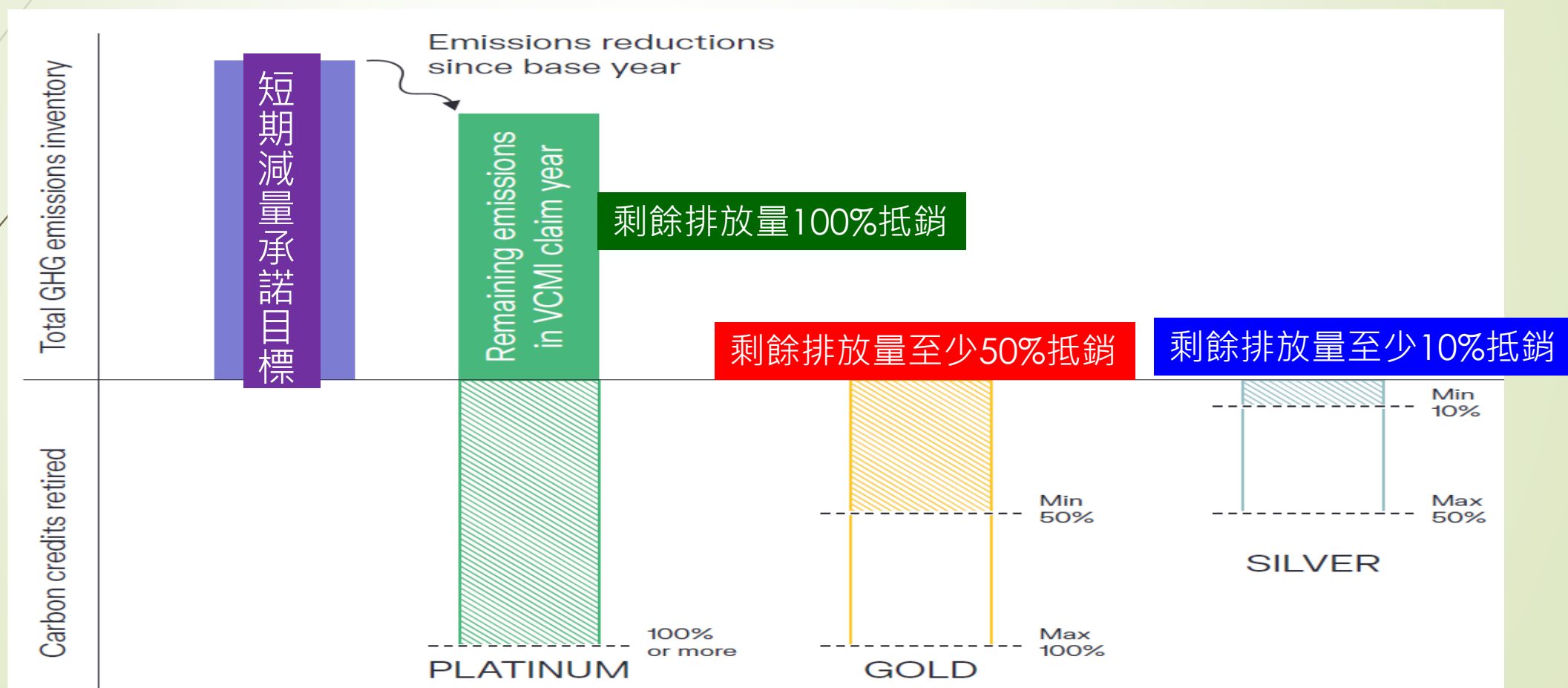
取得符合VCMI的碳核心標準，Core Carbon Principle, CCP)的高品質碳權抵換。

04

取得符合VCMI的MRA(監測、報告及確信)標準的第三方確信(assurance)。

自願性碳權抵換短期目標的等級認證

- ❑ 企業設定短期減量目標(例如2030年減排50%)，企業先行自己減量，剩餘排放量可使用高品質自願性碳權抵換，抵換量愈多，表示環境完整性愈高。



核心碳準則 (Core Carbon Principle, CCP) - 碳權品質

- 為促進國際自願性碳市場發展，國際提出「**擴大自願性碳市場規模工作組**」(The Taskforce on Scaling Voluntary Carbon (TSVCM)) 倡議，並建議高品質碳權/減量額度)應遵循「**核心碳準則(CCPs)**」。
- 實務面上，還需考慮年份、型態及來源，並搭配CCB證書。

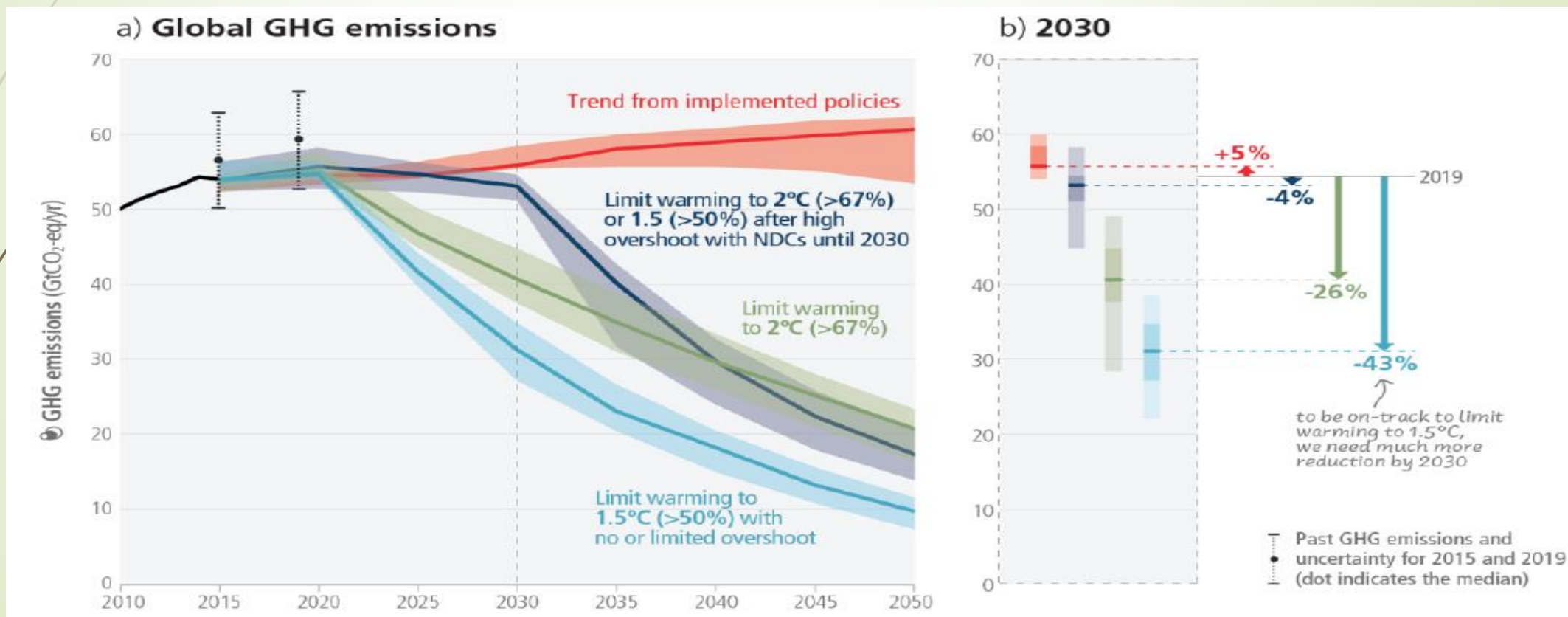
準則	內容
真實減碳	可計算與可量測。
建立真實與可靠基線	減碳量是相較於基線排放量，例如，以風力發電取代燃煤發電，燃煤發電碳排放即是基線排放。
可監測、可報告與可查證	減量程序必須透明化，減量成果需經過合格第三方機構查驗證。
永久性	減量效果不可復原性，例如，再生能源發電立即取代燃煤發電
外加性	減碳專案必須符合法規、沒有接受政府獎勵補助及沒有財務誘因（效益低於其他投資方案）。
最小化洩漏量	減量專案取代的舊設施，不可移作他用，例如，以天然氣取代燃煤發電，舊的燃煤電廠，不能因為堪用，再移作他用。
僅能使用一次	碳權不能重複使用（double counting），碳權一經抵銷使用，應立即註銷此碳權效力。
不能產生其他不利環境問題	減碳專案不能造成其他傷害，例如，水力發電可能造成其他生物多樣性折損，以及傷害文化資產保存。若有前述現象，則水力發電不能申請碳權，抑或屬於低品質碳權。

碳價訊號(carbon price Signal)

1. 外部成本內部化：引導科技創新、行為改變(生產與消費)
2. 成本有效性
3. 經濟效率

COP28全球盤點：聚焦2030年減排43%

- ❑ 依據目前各國NDCs減排承諾與政策，減排缺口差距110-140億噸CO₂e(控制溫升2°C)，或190-220億噸CO₂e(控制溫升1.5°C)，世紀末溫升將達3°C。
- ❑ 鼓勵所有會員國應提高符合1.5°C路徑的雄心NDCs目標，2030減排43%(目前僅約5%)。

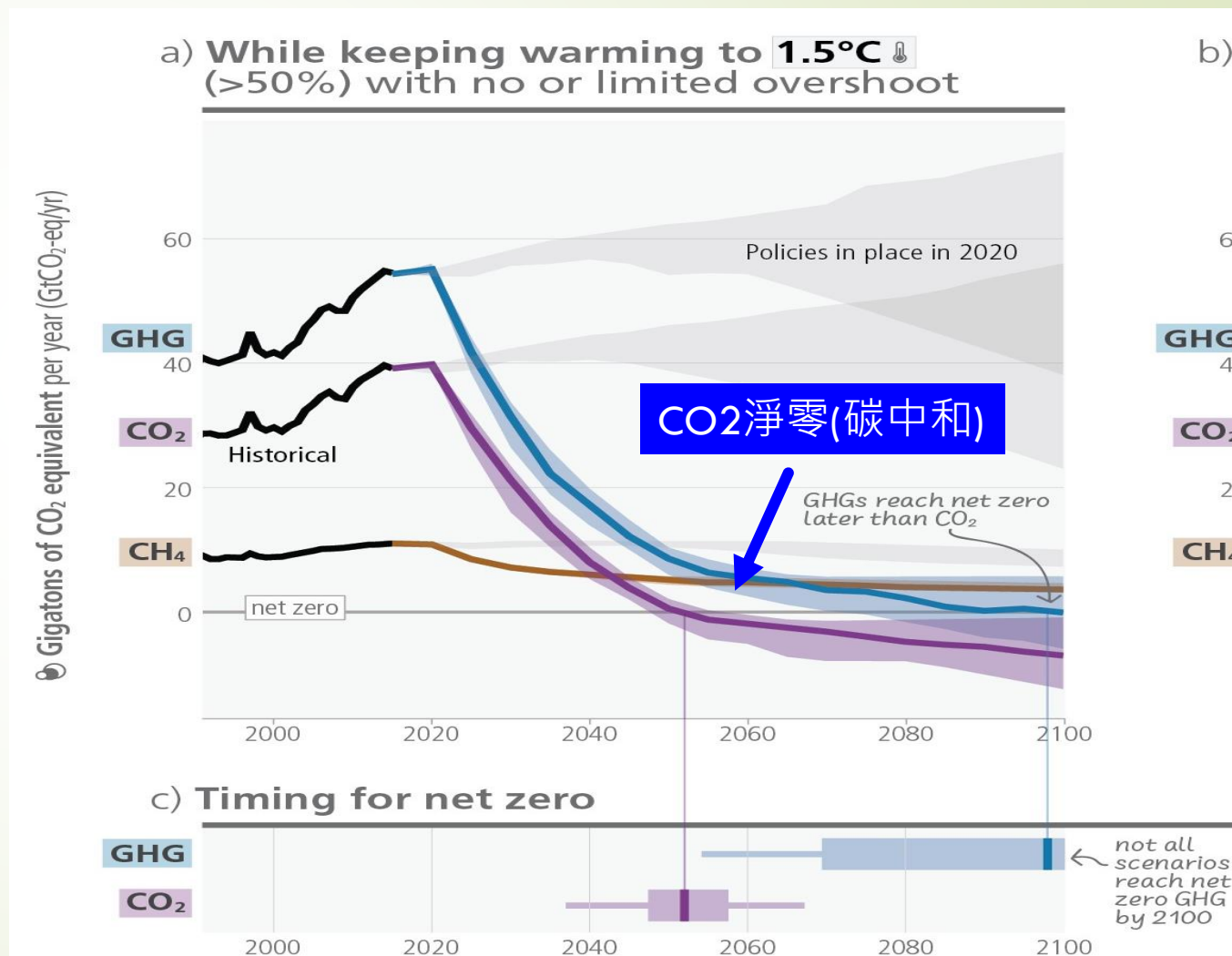


COP28全球盤點：要加強碳移除

❑ 控制溫升 1.5°C ，二氧化碳(CO_2)在2050年要達到淨零排放，之後，要達到負碳排放；所有GHG則2100年要達到淨零排放。

❑ COP28全球盤點結論，減排(avoid/reduce)與移除(removal)(CCS)要同時發展(氣候解方)。

❑ 全球急需減碳的BACT (Best Available Control Technology, BACT)：CCUS/CCS

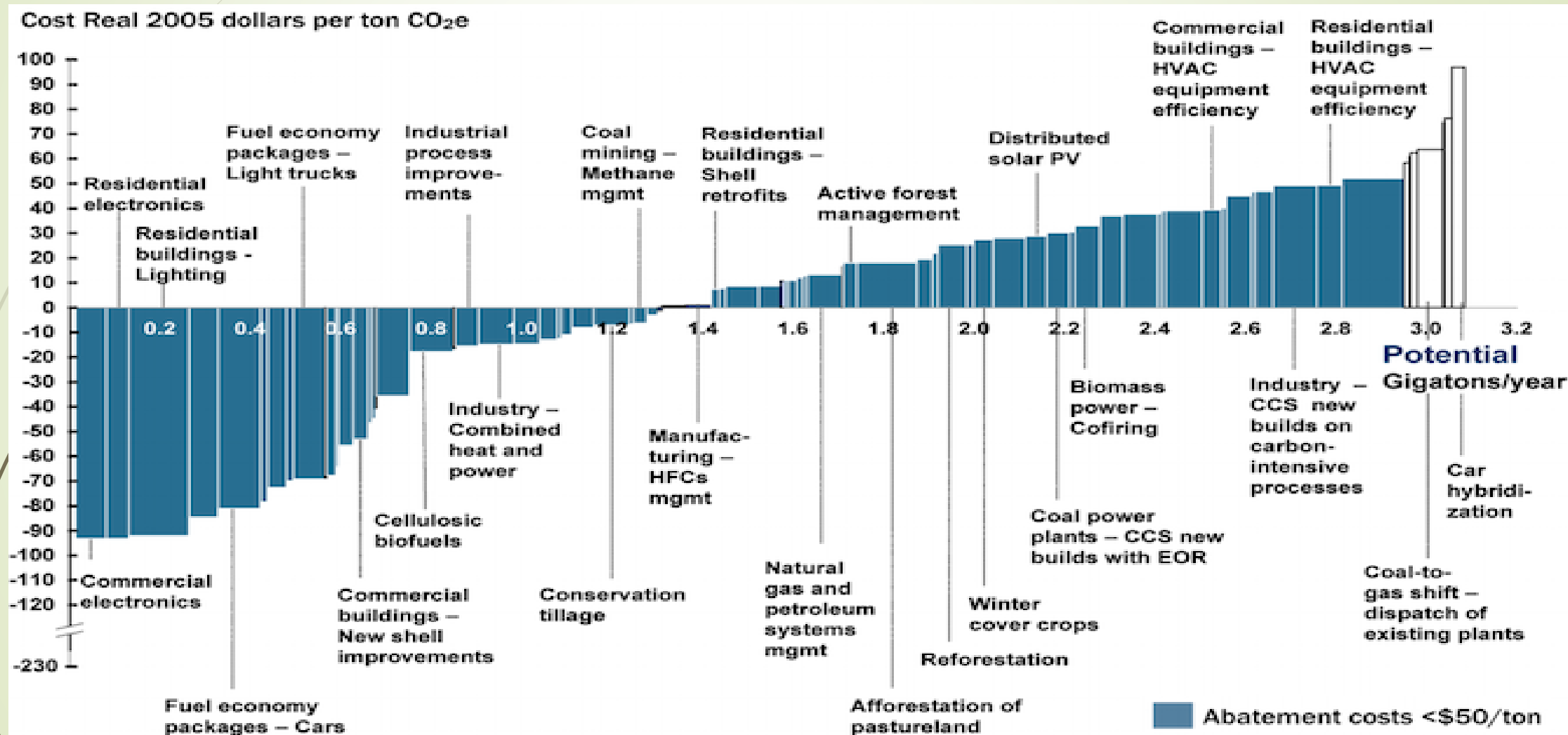


全球最新碳市場價格

 CARBON CREDITS .com Live Carbon Prices			
Compliance Markets			
European Union	€70.25	-0.11 %	-12.90 %
UK	£34.66	-3.29 %	-23.82 %
California	\$28.66	-	0.00 %
Australia (AUD)	\$33.00	-2.22 %	-1.49 %
New Zealand (NZD)	\$55.75	+2.76 %	-19.38 %
South Korea	\$6.34	-1.69 %	-2.99 %
China	\$13.04	+4.21 %	+18.85 %
Voluntary Markets			
Aviation Industry Offset	\$0.42	-2.33 %	-28.81 %
Nature Based Offset	\$1.33	-0.75 %	+46.15 %
Tech Based Offset	\$0.65	-	+10.17 %

資料來源：Carboncredit.com 2024/04/19

價格訊號：評選那些減碳技術可商業化(BACT)



資料來源：McKinsey & Company (2007), Marginal Abatement Cost Curve.

碳價訊號：打開設備碳鎖定得鑰匙

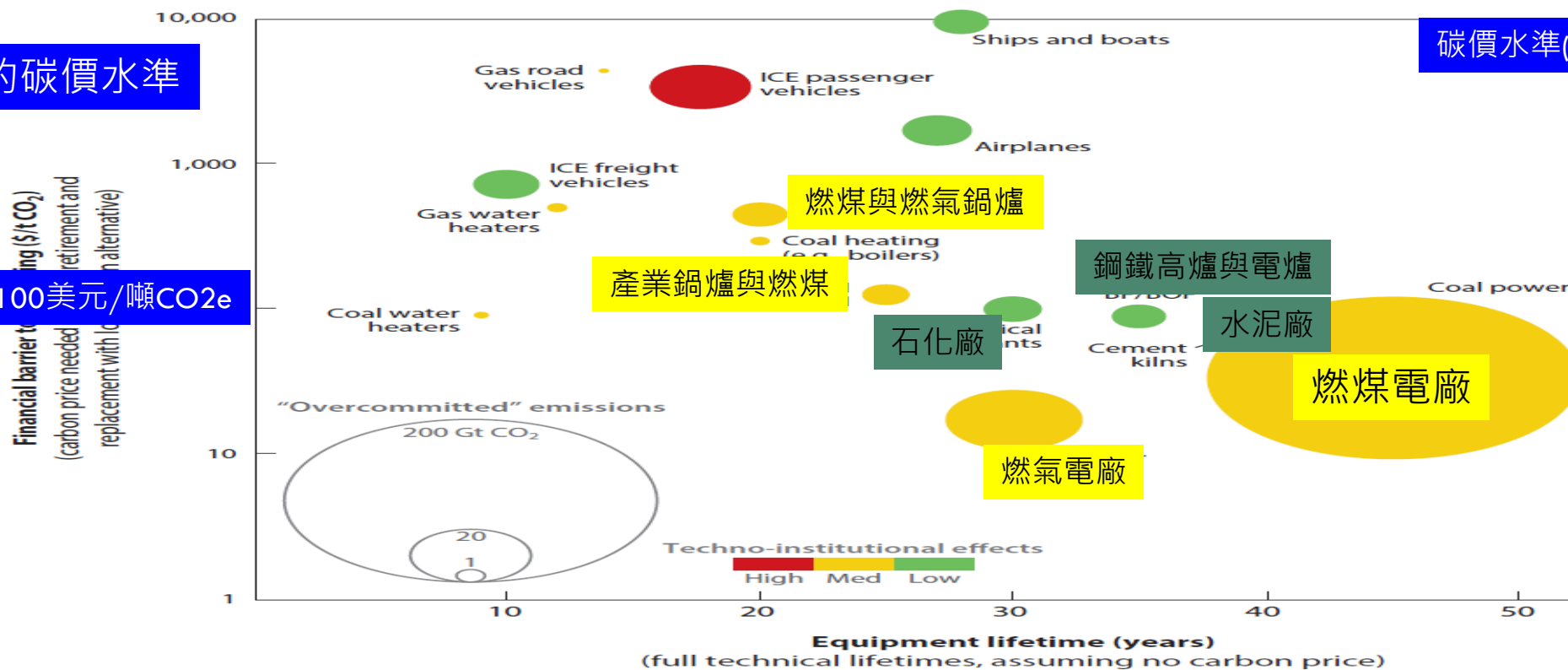
- ❑ 基於設備的使用年限(或壽命)，不容易替換，例如製程設備，使用年限長(超過20年)與投資金額大，產生「**碳鎖定**」(Carbon Lock-in)現象。
- ❑ 價透過**碳定價**(高於100美元/噸CO₂e)，改變設備使用成本，促進設備更新，是打開碳鎖定的鑰匙。

開鎖的碳價水準

100美元/噸CO₂e

碳價水準(美元/噸CO₂e)

設備耐用期



碳價訊號：找到減碳夥伴-比較利益原則

- ❑ 碳交易促進減碳成本可負擔與激勵減碳雄心，創造三贏(企業贏、國家贏、地球贏)

減排成本：6000元/噸CO₂e



A公司



購買碳權
協助減碳

減排成本：600元/噸CO₂e



B公司

碳市場流動性與市場效率性

- Ibikunle et al. (2016)蒐集歐洲氣候交易所 (ECX) 的日內資料，研究歐盟第二階段(2008-2011)的期貨交易資料，驗證碳市場流動性與市場效率性的關係。
- 該研究以短期(隔日)報酬率的可預測性作為市場效率指標，應用Granger Causality Test方法，研究發現發現，當利差縮小時(價格訊號不顯著)，報酬的可預測性就會降低，據此，驗證流動性和市場效率間存在密切關係。這對於高交易量與長效期的碳期貨而言，流動性和市場效率相關性更顯著。

The British Accounting Review 48 (2016) 431–447

Contents lists available at ScienceDirect

The British Accounting Review

journal homepage: www.elsevier.com/locate/bar

Liquidity and market efficiency in the world's largest carbon market[☆]

Gbenga Ibikunle ^{a,*}, Andros Gregoriou ^b, Andreas G.F. Hoepner ^c, Mark Rhodes ^d

Table 6
Liquidity and market efficiency dynamics: Granger causality analysis.

		Order imbalance does not cause relative spread	Relative spread does not cause order imbalance
Panel A. Daily contract-specific (year-dependent) liquidity and market efficiency dynamics			
Phase II, Year I	Dec-2008 Futures	1.48	2.40***
	Dec-2009 Futures	0.97	2.93***
	Dec-2010 Futures	0.78	2.04*
Phase II, Year II	Dec-2009 Futures	1.98**	2.63***
	Dec-2010 Futures	5.24**	2.77***
	Dec-2011 Futures	1.56	2.88***
Phase II, Year III	Dec-2010 Futures	1.06	2.44**
	Dec-2011 Futures	1.70**	1.71**
	Dec-2012 Futures	4.69***	2.54**
Phase II, Year IV	Dec-2011 Futures	0.19	0.14
	Dec-2012 Futures	0.30	0.98
Panel B. Daily contract-specific liquidity and market efficiency dynamics: Granger causality analysis			
	Dec-2008 Futures	1.48	2.40***
	Dec-2009 Futures	1.50	4.76***
	Dec-2010 Futures	1.68*	4.45***
	Dec-2011 Futures	0.65	3.39***
	Dec-2012 Futures	2.83**	2.26***

應用碳權輕推(nudge)淨零科技

- ❑ 碳價訊號是促進**低碳技術專利申請**的關鍵因子。
- ❑ 1990年代，碳價訊號不明顯，低碳科技專利占5%；2005-2011年，碳價訊號明顯，低碳科技專利占11%；2012-2018年，碳價下降，低碳科技專利占8%。

企業低碳科技研發與專利產生思路



碳價預測



投資決策

2年

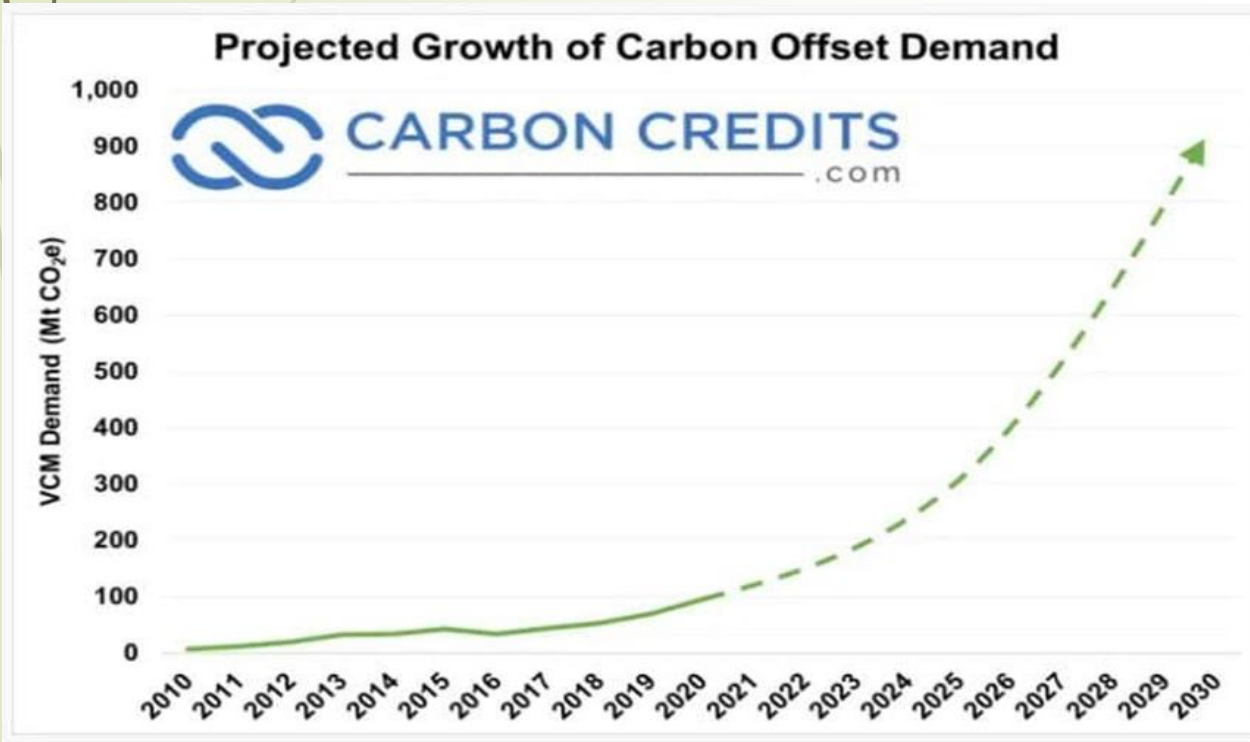


專利申請



VCM碳權市場需求大幅增加

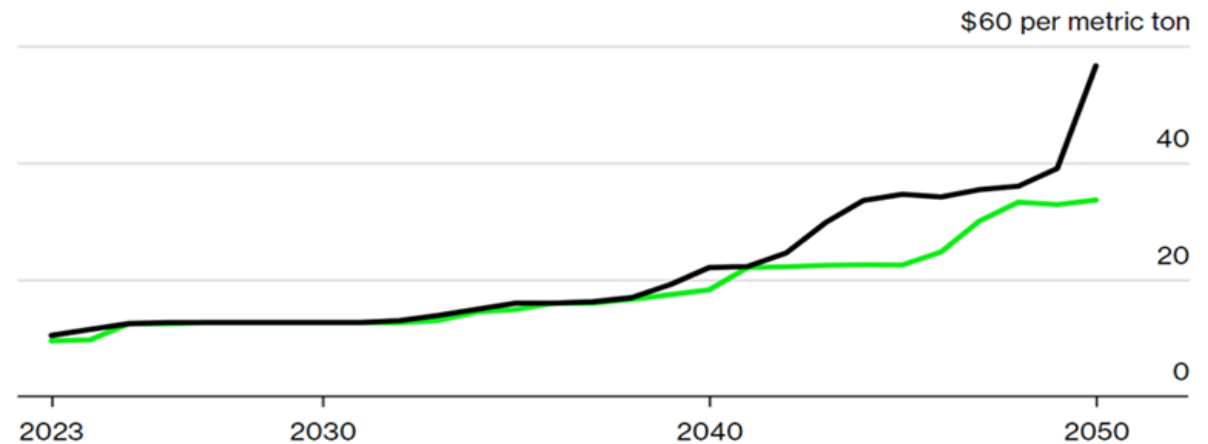
- ❑ COP28之後，企業與個人為達到2030年目標，大幅增加VCM需求，預計到 2030 年將成長至 500 億美元。
- ❑ VCM的碳價預計會成長63%，由2023年的平均碳價約10美元/噸CO₂e，會上漲至 40-60美元/噸CO₂e。



Efforts to Maximize Domestic Carbon Offset Value to Lift Prices

Combination of nationalist policies like taxes and internationalist policies like land rights deals could boost credit prices by 63% in 2050

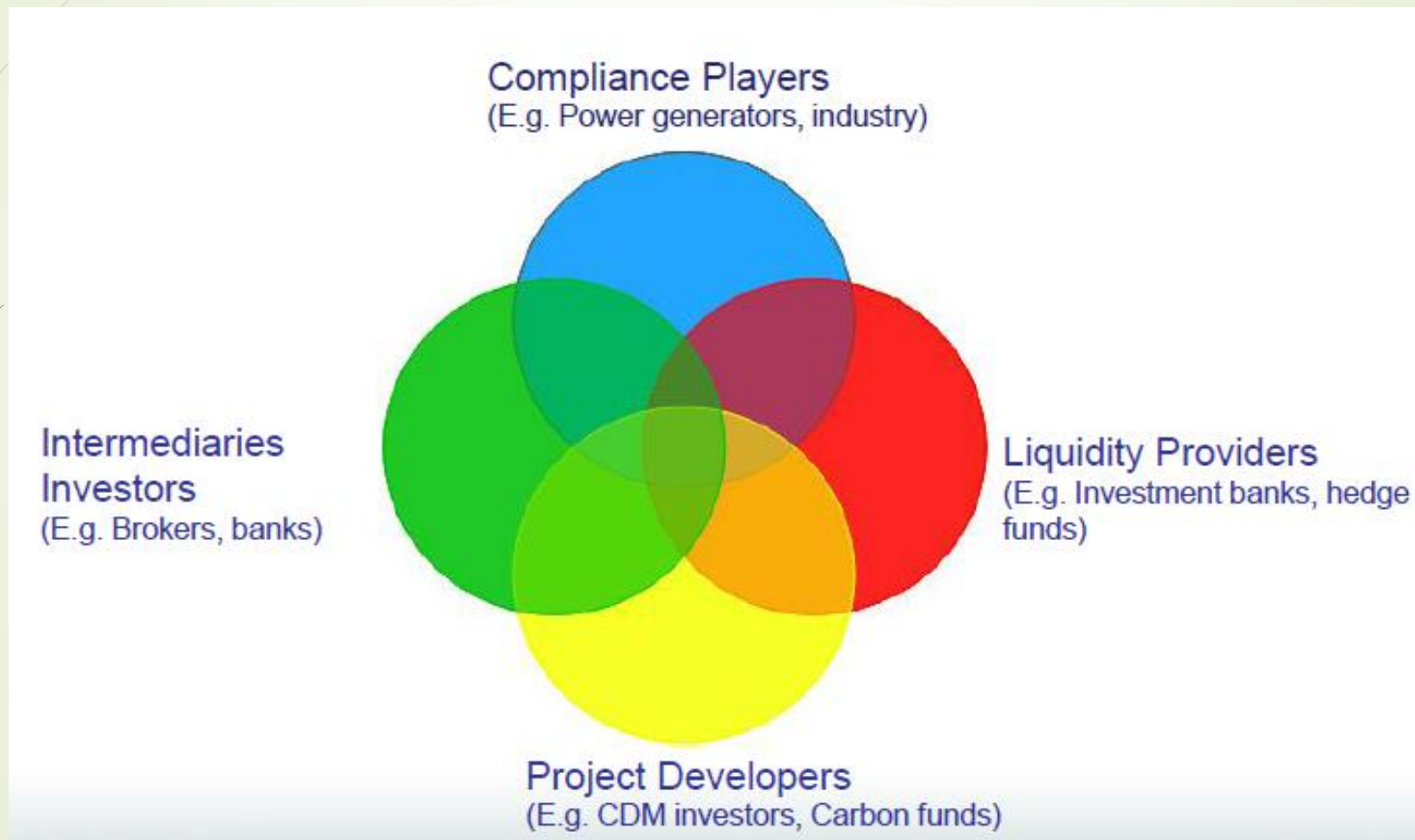
Carbon (inter)nationalism scenario BNEF's baseline scenario



Source: BloombergNEF

Note: The baseline scenario is the voluntary market scenario in BNEF's Long-Term Carbon Offset Outlook 2023.

市場流動性與價格發現創造-造市者



資料來源：ICE (2011)



shutterstock.com · 2305145535

58

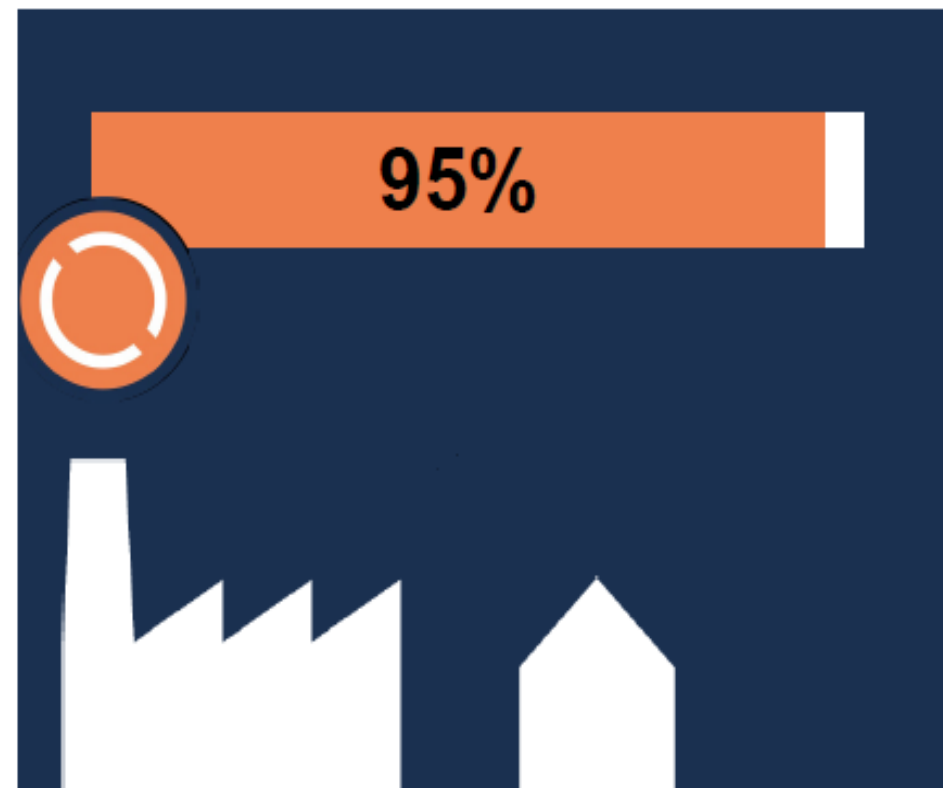
碳稅實施國際經驗與碳權配套案例

瑞典碳定價搭配

- ❑ 瑞典2005年參加歐盟碳交易制度，形成碳定價搭配，合計覆蓋約95%GHG排放：
 1. 碳交易：溫室氣體排放源與能源密集產業
 2. 碳稅：針對運輸及供熱排放，但是產業、CHP及區域供熱免除課徵



Government Offices of Sweden



Government Offices of Sweden

瑞士碳稅徵收與碳權抵換配套

- ❑ 瑞士聯邦政府規劃，2021年至2030年間，平均每年減排35%，2030年則達到減排50%承諾。瑞士政府規定，**企業的碳權抵換比例：17%(2022)、20%(2023)及23%(2024)**，但是，必需至少**15%**來自國內抵換量。
- ❑ 基於瑞士減量目標的達成與因應《巴黎協定》第6條，成立「氣候保護碳權抵換基金會」(the Foundation for Climate Protection and Carbon Offset KliK)。至2021年年底，透過計畫執行合計取得6.203百萬噸CO₂e碳權，該期總排放約127.878百萬噸CO₂e，平均抵換率4.85% (法定12%)，2022-2024年將提高至15-20%)
- ❑ 2022年的合格碳權抵換型態區分：運輸節能(transportation)、企業節能(Business)、建築節能(Building)及農業減碳(agriculture)等四大領域計畫。

計畫	內容
運輸	生質能源、電動與油電混合公車、道路運輸移轉至鐵路運輸、電動大貨車、優化胎壓、氫能車、船運電動化、電動小客車
企業	使用木製品(碳封存)、氣候友善供冷、降低廢水處理場甲烷氣、降低掩埋場甲烷氣、降低廢水處理場笑氣、塑膠回收
建築	提升供暖效率、節省暖氣、提升運具取暖器、提升公共設施效能、改善熱幫、木頭供暖器、供熱控制、生質燃燒、集中供熱
農業	降低氮肥笑氣排放、生質能設備、替代供熱材質(降低溫室氣體)、電動農用裝載機



www.klik.ch



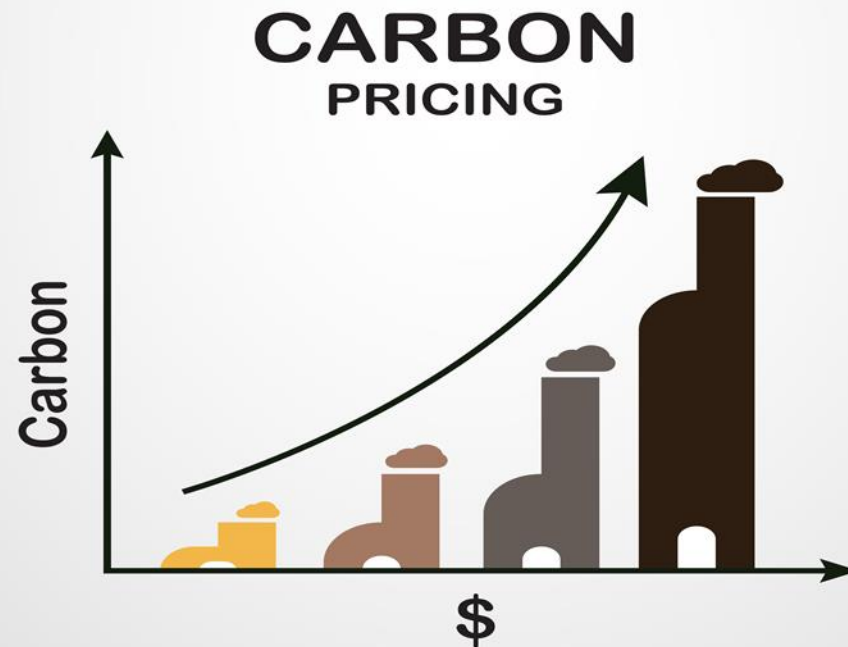
新加坡碳稅徵收與碳權抵換配套

- ❑ 新加坡政府為降低溫室氣體排放，於2018年制定《**碳定價法**》 (Carbon Pricing Act)，並於2019年生效執行。
- 1. 對象：針對溫室氣體排放量超過**25,000噸CO₂e**的企業，大約有**30-40家**大型排放源將納入《碳定價法》的控管企業。
- 2. 碳權抵換：同意控管企業可以繳交 (surrender) 碳權 (carbon credit) 抵銷碳稅。控管企業可以向國家環保署 (National Environmental Agency, NEA)購買碳權 (價格由NEA訂定)，抵銷碳稅，提高控管企業履約彈性。
- 3. 新加坡國家環保署(The National Environment Agency, NEA)在符合巴黎協定第6條之對應調整 (Corresponding Adjustments, CAs) 規則下，於2022年8月29日與Verra簽署MOU，同意新加坡企業可以VCS抵銷碳稅，降低新加坡企業碳稅負擔。依據新加坡碳稅辦法，允許新加坡企業以高品質的碳權 (例如Verra核發之自然為本VCS)，**最高抵銷5%碳稅**。



行政院環境保護署

Environmental Protection Administration
Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan)



62

台灣碳定價制度配套設計

- 台灣《氣候變遷因應法》優先開徵碳費，並配套減量額度交易。
- 台灣碳權交易所已於8月9日揭牌，期待助力企業淨零轉型。

台灣碳權交易已踏出成功第一步



- 台灣碳全交易所(TCX)於**2023年12月22日**正式推出的國際碳權交易平台，首批共上架**7個**碳權專案。專案類型包括**潔淨水源、太陽能發電、風力發電和沼氣發電**，專案案場位於亞洲、非洲和南美洲，賣方則來自瑞士、英國、新加坡和臺灣。
- 首日交易順利進行，共**27家**企業參與(含金控子公司合計**45家**)，共交易**88,520噸**二氧化碳當量之碳權，成交價格落於每公噸**3.9-12美元**之間。(TCX, 2023)



資料來源：台灣碳權交易所(2023)

台灣碳權交易三大特色



臺灣碳權
交易所

TAIWAN CARBON
SOLUTION EXCHANGE



接軌國際，採美元(USD)計價之交易平台

- 參採海外開發商建議，以美元為交易貨幣



保障買賣雙方交易安全，採「信託帳戶」進行交易

- 保障買方資金及取得賣方信任，採Trust Account方式進行



妥善管理帳戶平台，採「子帳戶」架構設計

- 編碼原則充分運用虛擬帳戶、法人統編及交易類型，有效掌握物流金流

台灣碳權交易規則

參與者 資格限制

買賣雙方均限制應為法人組織，其中買方以中國民國境內設立登記之法人組織為限，自然人尚不在開放之列。

買進後僅可 持有或註銷

國際碳權係供該法人用於，一因應國際供應鏈減碳要求，二推動碳中和產品或服務，三追求自身碳中和或永續發展(ESG)目標，最終均係用於抵換。

故法人於本公司交易平台買進後，僅可持有或註銷，不得於本平台再行出售，以免市場產生投機氛圍。

定價交易輔以 價格調整機制

因碳權專案種類繁多，各專案依其性質、屬性及年份不同，均有不同價值，故初期以定價交易為主，輔以開放賣方依市場供需予以調整價格。

台灣碳權市場規模展望



□ 環評增量抵減需求

依據《氣候法》第24條，環評增量需要抵減10%(十年完全抵減)，依據目前的環評增量，每年會有**150-200萬噸**的抵減需求。

□ 碳費抵減

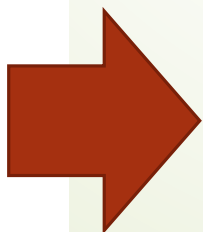
假設碳費可以5%碳權抵減，目前的控管企業約500家，總排放量約1.8-2.0億噸CO₂e，假設有30%會以碳權抵換(需求)，**270-300萬噸**的抵減需求。

□ 合計每年約**420-500萬噸**碳權抵減需求，每噸10美元計，市場規模約**12.6-15.0億元新台幣/年**。隨著碳價與碳費抵換率，台灣碳權市場規模會持續擴大。

□ 台灣碳市場規模，恐將影響碳價訊號功能。

下一步考驗：價格發現

- ❑ 12月22日之後，**碳權價格發現(price signal)**才真正考驗碳交所(TCX)助力台灣邁向淨零轉型的功能。
- ❑ 如何持續擴大與創造碳交所的**流動性(liquidity)(交易量/額)(turn over)**，有了流動性(不是炒作/投機)，才有價格發現，也才會出現激勵**減碳科技發展與減碳的在地落實**。
- ❑ **碳權買賣不是炒作/投機，而是創造流動性**，國際經驗，碳權周轉率約**2-3次**。國內規定碳權僅能買，不能賣，以及目前TCX交易的碳權(Gold Standard, GS)不能抵碳費，將限制碳交易的流動性與價格訊號。



《氣候法》相關條文-影響碳價訊號發現

條文	內容	影響
第24條環評增量抵減	僅開放抵換、自願減量專案及相關減量活動等國內碳權或減碳活動	減少國際高品質碳權供給，影響TCX流動性 恐將影響碳權需求及環評承諾開發單位無法履約及碳權需求
第27條國外碳權抵換	尚未界定高品質碳權型態及抵換比例	目前購買的碳權，無法抵減碳費，，影響TCX流動性 將影響碳權需求及環評承諾開發單位無法履約
第28條碳費徵收	碳權抵換碳費比例尚未界定	將影響碳權需求
第29條自主減量計畫	尚未開放/不能用碳權抵減自主減量目標。	影響自主減量計畫成本有效性及意願減少碳權需求

溫室氣體排放量增量抵換管理辦法 (氣候法第24條)

- 事業於開發行為通過環境影響評估審查後，其溫室氣體排放量增量達**百分之十以上者**，應依本辦法規定進行溫室氣體增量抵換。
 - 1. 溫室氣體排放量增量抵換比率每年至少**百分之十**，連續執行**至少十年**。
 - 2. 其抵換來源如下：
 - 一、執行本法第二十五條**溫室氣體自願減量專案取得之額度**。
 - 二、執行**溫室氣體抵換專案管理辦法取得之額度**。
 - 三、執行於環境影響評估審查通過後非屬開發行為範圍之下列減量措施並計算取得之減量效益：**(恐有漂綠之嫌)**
 - (1)汰換老舊機車為電動機車、汰換老舊汽車為電動車或油電混合動力車。
 - (2)燃煤或燃油設備改用沼氣或生物質為燃料。
 - (3)汰換照明設備為高效率照明設備、汰換漁船集魚燈設備為發光二極體(LED)集魚燈設備。
 - (4)汰換老舊農機為電動農機。
 - (5)汰換既有增氧設備為高效率增氧設備。

《溫室氣體自願減量專案管理辦法》

(環境部，2023/10/12)

第四條 事業或各級政府向中央主管機關申請自願減量專案，應依規定格式將下列資料上傳至指定資訊平台，並檢具申請書向中央主管機關提出申請取得註冊：

一、專案計畫書，其內容如下：

- (一) 溫室氣體減量方法應用說明。
- (二) 基線計算方法。
- (三) 外加性分析。
- (四) 減量計算說明。
- (五) 監測方法。
- (六) 專案活動期程。
- (七) 環境衝擊分析。
- (八) 公眾意見。

環評增量抵換需求大

- ❑ 能源效率件數最多；低碳燃料轉換雖然較少，但是取得的碳權最多，主要是台電公司的天然氣發電為主。
- ❑ 大多數是台電取得，非台電僅取得45萬噸CO₂e (至2023年6月)，單通過環評承諾，增量抵換需求合計1,521萬噸CO₂e，每年有152萬噸CO₂e碳權需求。(台綜院，2023)



國外碳權抵換(Article 27)

- ❑ 事業取得國外減量額度者，應經中央主管機關認可後，始得扣除第二十八條第一項各款之排放量(繳交碳費)或抵銷第三十六條(總量管制與交易制度)第二項之超額量。
- ❑ 前項國外減量額度認可、扣除排放量或抵銷超額量之比率等相關事項，由中央主管機關參酌聯合國氣候變化綱要公約與其協議或相關國際公約決議事項、能源效率提升、國內減量額度取得及長期減量目標達成等要素，會商中央目的事業主管機關定之。

碳費徵收與優惠費率

Article 28

中央主管機關為達成國家溫室氣體長期減量目標及各期階段管制目標，得分階段對下列排放溫室氣體之排放源徵收碳費：

- 一、直接排放源：依其排放量，向排放源之所有人徵收；其所有人非使用人或管理人者，向實際使用人或管理人徵收。
- 二、間接排放源：依其使用電力間接排放之排放量，向排放源之所有人徵收；其所有人非使用人或管理人者，向實際使用人或管理人徵收。

Article 29

碳費徵收對象因轉換低碳燃料、採行負排放技術、提升能源效率、使用再生能源或製程改善等溫室氣體減量措施，能有效減少溫室氣體排放量並達中央主管機關指定目標者，得提出自主減量計畫向中央主管機關申請核定優惠費率。

我國指定目標及自主減量計畫規劃流程



配套一：依據2030年國家減碳目標， 做為雄心自主減量目標認定依據

- ❑ 自主減量目標猶如廠商的NDC (Nationally Determined Contributions, NDCs)，可稱『企業自訂減量貢獻』(Industrially Determined Contributions, IDCs)，建議應配合國家NDC減量目標。
 1. 自主減量目標應配合國發會已制定2030年24%減排目標。
 2. 基於公平性，選定2018-2020年三年間的平均排放量為基準排放量((全球2021年淨零起跑，產業已受到供應鏈要求，已啟動自主減量)
 3. 2024-2030年，合計7年，平均每年減排3.4%，設定為自主減排目標基準值，可兼具公平性與雄心目標。

配套二：達到具雄心的自主減量目標，應免徵碳費

- ❑ 如果廠商達到自主減碳目標(例如3.5%)，可認定為雄心的自主減量計畫，**政府應予以免徵碳費**，避免二次成本負擔。
- ❑ 由於企業自主減量已協助政府達成2030年國家減碳目標，再對企業徵收碳費，宛如變相處罰(要求企業達到淨零)，將違背公平正義，容易形成反淘汰現象 (減碳績效不佳者，反而負擔較低成本)。

配套三：建立台灣模式《巴黎協定第六條》- 納入國際自願性碳權抵減碳費

- ❑ 瑞士與新加坡等實施碳稅國家，均已納入國際自願性碳權(例如經查證碳標準(Verified Carbon Standard, VCS)與黃金標準(Gold Standard, GS)等碳權)，例如瑞士允許12%碳權抵減碳稅(2022-2024年將提高至15-20%)。新加坡政府與Verra簽屬備忘錄(2022/08)，同意新加坡企業可以5%VCS碳權抵減碳稅。
- ❑ 受到國際政治限制，台灣無法參加《巴黎協定第六條》的國際減碳合作機制，將衝擊我國減碳成本與目標落實。爰此，建議政府應建立台灣模式《巴黎協定第六條》，界定與認定合格的國際自願性碳權(例如流通性大及具公信力的VCS及GS)，並擴大抵換比例(例如20-30%)，提高企業IDC的雄心，同時，可以抵減國家減量目標，促進國家減量目標的達成，可謂「雙贏策略」(win-win strategy)。

提高流動性與碳價訊號關鍵因子

□ 碳權供給：開放更多元與主流的高品質碳權

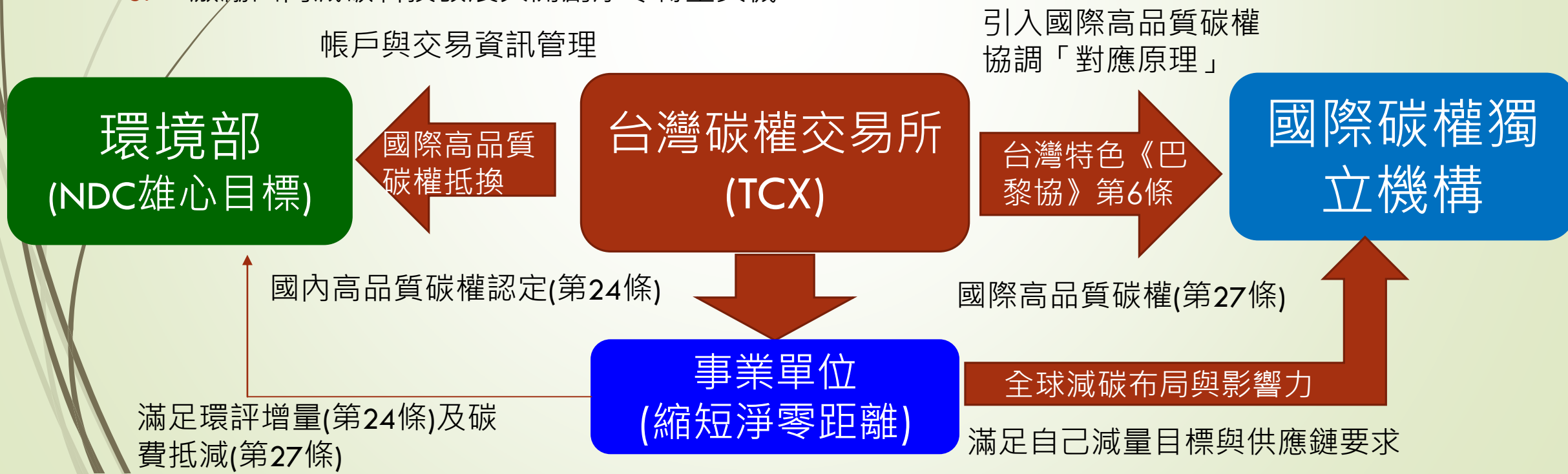
在碳交所設定的碳權標準(需滿足至少三項聯合國永續發展目標)下，**開放更多來源與品項**，例如**查證碳標準(Verified Carbon Standard, VCS)**及**當前國際主流的碳移除碳權(CDR)(例如森林與溼地碳匯的碳權)**，持續提供高品質碳權選項，是當務之急。

□ 碳權需求-創造碳權需求

1. 環境部應盡速依據《氣候變遷因應法》第27條，公告更多元可抵換碳費的高品質碳權品項與高抵換比例；
2. 增修第24條，允許企業可使用第27條公告的高品質碳權，抵減環評增量；
3. 鼓勵企業訂定**淨零階段目標**，可望維持穩定的碳權需求。

結語：政府應善用台灣碳權交易所功能

- 環境部應瞭解淨零(net zero) 是一個**全球議題**，善用《氣候法》的相關子法與配套，促進國內碳市場**流動性及價格訊號發現**，提高與實踐國家NDC雄心目標。
- 展望TCX機會：
 1. 對外與國際接軌，發揮台灣特色《巴黎協定》第六條功能，引領台灣企業全球布局減碳及影響力；
 2. 對內促進**減碳成本有效性(cost effectiveness)**：降低碳費履約成本、降低環評增量抵減成本、降低供應鏈減碳成本；
 3. 激勵國內減碳科技發展與開創淨零轉型契機。



結語：發展台灣特色《巴黎協定》第六條

- 環境部應摒棄「在國內減碳」及「碳權炒作」不適當認知。學習日本與韓國經驗，台灣應加速發展台灣特色《巴黎協定》第6條，加強國際減碳合作，認知「台灣為全球減碳，就是為台灣減碳」，拋棄不務實的「自己的碳自己減」思維，落實減碳國際合作(台灣特色《巴黎協定》第6條)，提高NDCs雄心目標。
- 應用碳權縮短淨零距離：台灣是製造大國，減碳成本高，應善用引入國際高品質自願性市場碳權，鼓勵企業發揮減碳國際影響力，布局全球減碳，並創造碳權的產消者(prosumer)機會。



結語-提高台灣碳交易所效率與功能

1. 盡速取消只能買不能賣規定：提高流動性與價格訊號；
2. 倡議企業訂定雄心減碳目標；
3. 研析碳權的「對應調整」(Correspondence Adjustment, CA)
4. 國際連結：聘任國際專業顧問，以及加強與國際重要自願性碳市場倡議聯盟與合作，例如IETA, Ecosystem Marketplace及ICVCM (International Council of Voluntary Carbon Market) 等。

Thank You for Your Attention !
E-mail: cmlee@mail.ntpu.edu.tw

歡迎引用本簡報資料，但請註記資料來源！

