

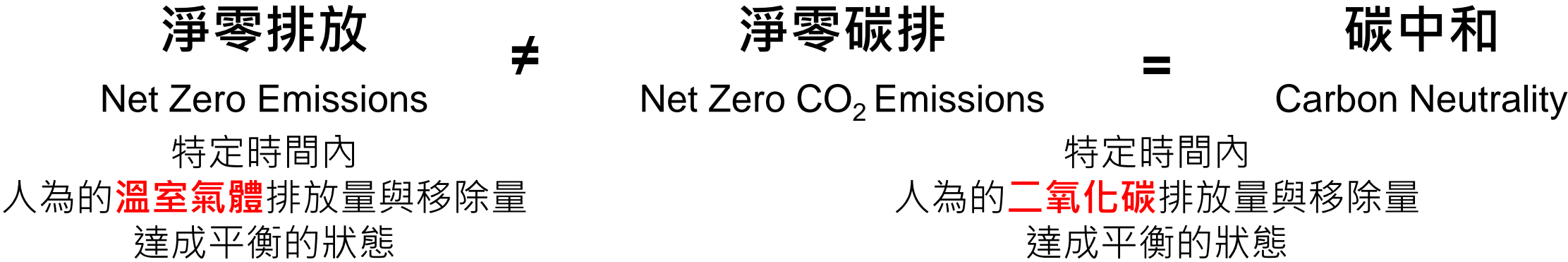
因應國家淨零排放政策之 水產養殖固碳策略

主講人

國立臺灣海洋大學 冉繁華 特聘教授

淨零排放Net Zero Emissions

(IPCC, 2018)



(台灣智慧移動產業協會，2021；行政院環境保護署，2021)

溫室氣體 (Greenhouse gas, GHG)	化學式	100年地球暖化潛能 (CO ₂ e)	來源	2019年 排放量
二氧化碳	CO ₂	1	化石燃料燃燒、砍伐(燃燒)森林	95.53%
甲烷	CH ₄	25	垃圾場、農牧業、化石燃料、煤礦開採	1.67%
一氧化二氮	N ₂ O	298	化石燃料燃燒、砍伐(燃燒)森林	1.62%
氫氟碳化合物	HFCs	124~14,800	滅火器、半導體、噴霧劑	0.36%
六氟化硫	SF ₆	7,390~22,800	電力設施、半導體、鎂製品	0.33%
全氟化碳	PFCs	22,800	滅火器、半導體、鋁製品	0.50%

養殖生物吸收碳之用途與途徑

養殖投入碳 = 攝入碳 + 殘餌碳

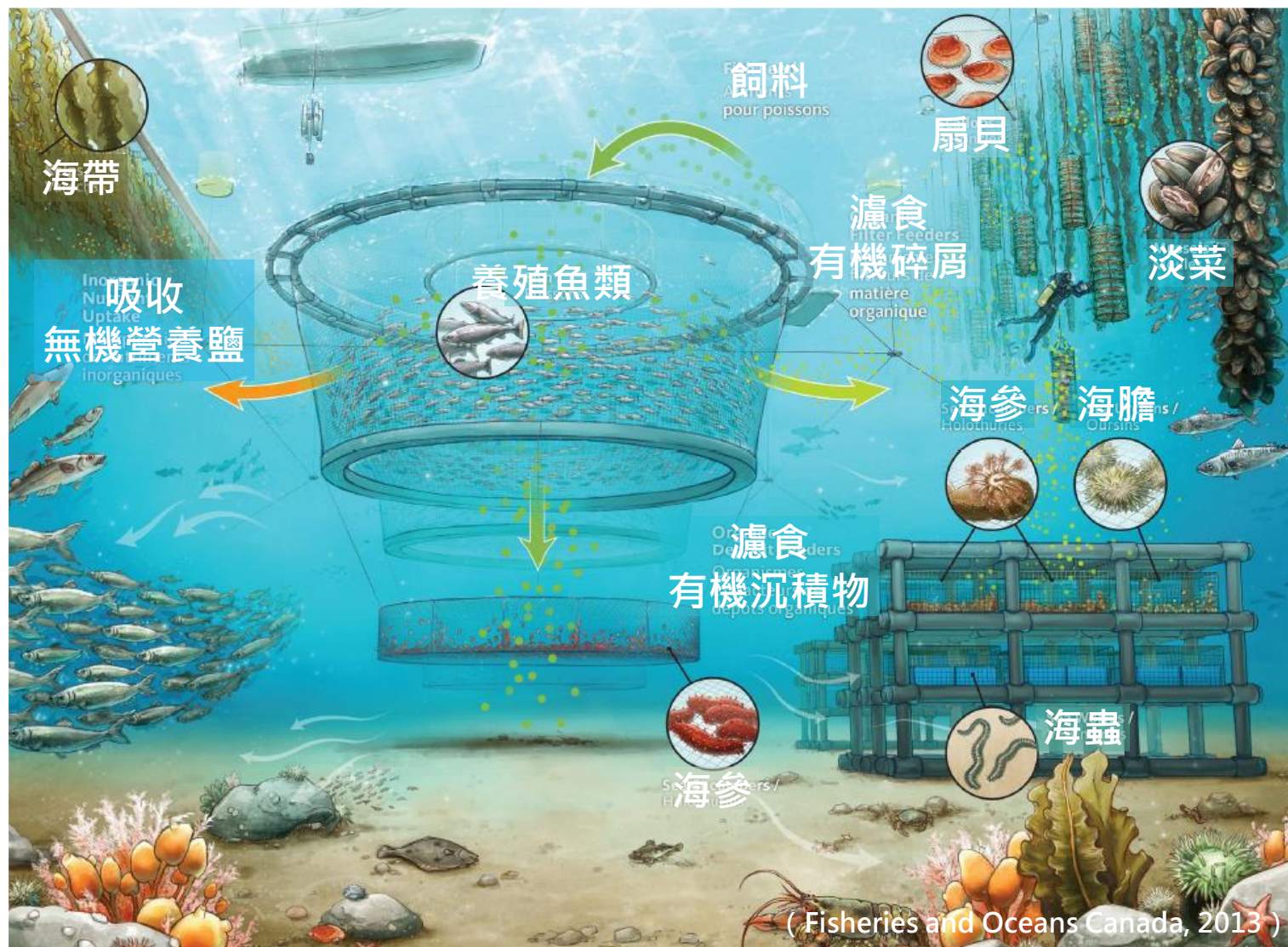
$$C_{\text{養殖物種}} = F + R + U + P + S$$

攝入碳糞便碳呼吸
排出碳排泄
消耗碳體生長碳貝殼碳

養殖物種	吸收碳用途	吸收碳途徑	碳元素含量 (% of dry weight)		產生CO ₂ 途徑
魚類	1. 能量來源 2. 建構體組織 3. 鈣化作用形成糞泥	1. 攝食 2. 吞入海水	淡水	38~47	呼吸作用
			海水	8~14	
甲殼類	1. 能量來源 2. 建構體組織	攝食	蝦	37~44	呼吸作用
			蟹	39~41	
貝類	1. 能量來源 2. 建構體組織 3. 鈣化作用合成貝殼	1. 攝食 2. 鈣化作用	26.9~39.4 (軟體部分)		呼吸作用
植物	1. 能量來源 2. 建構體組織	光合作用	大型藻	32~59	呼吸作用
			微藻	51~81	
			水草	11.7~55.4	

(李等，2017)

整合型多營養層養殖系統 (Integrated Multi-Trophic Aquaculture, IMTA)



- 聯合國農糧組織於 2021 年將**藻類的功能性物質開發**、**碳封存技術**應用以及用於**整合性多營養階層水產養殖系統**，視為藻類產業革命的下一個里程碑。

(FAO, 2021)

- 單一物種養殖過程所產生之溫室氣體，無法有效地進行固定及封存，僅能透過節能、減碳之方式，減少碳足跡。
- 透過IMTA養殖系統可將養殖魚隻所排放之營養物質及溫室氣體，被海藻、浮游植物及貝類利用
 - 浮游植物及藻類可固碳及吸收無機鹽，並作為浮游動物及貝類的食物來源
 - 貝類可固碳及吸收有機碎屑

註：貝類固碳能力尚須進行評估及討論。

養殖物種固碳能力盤點

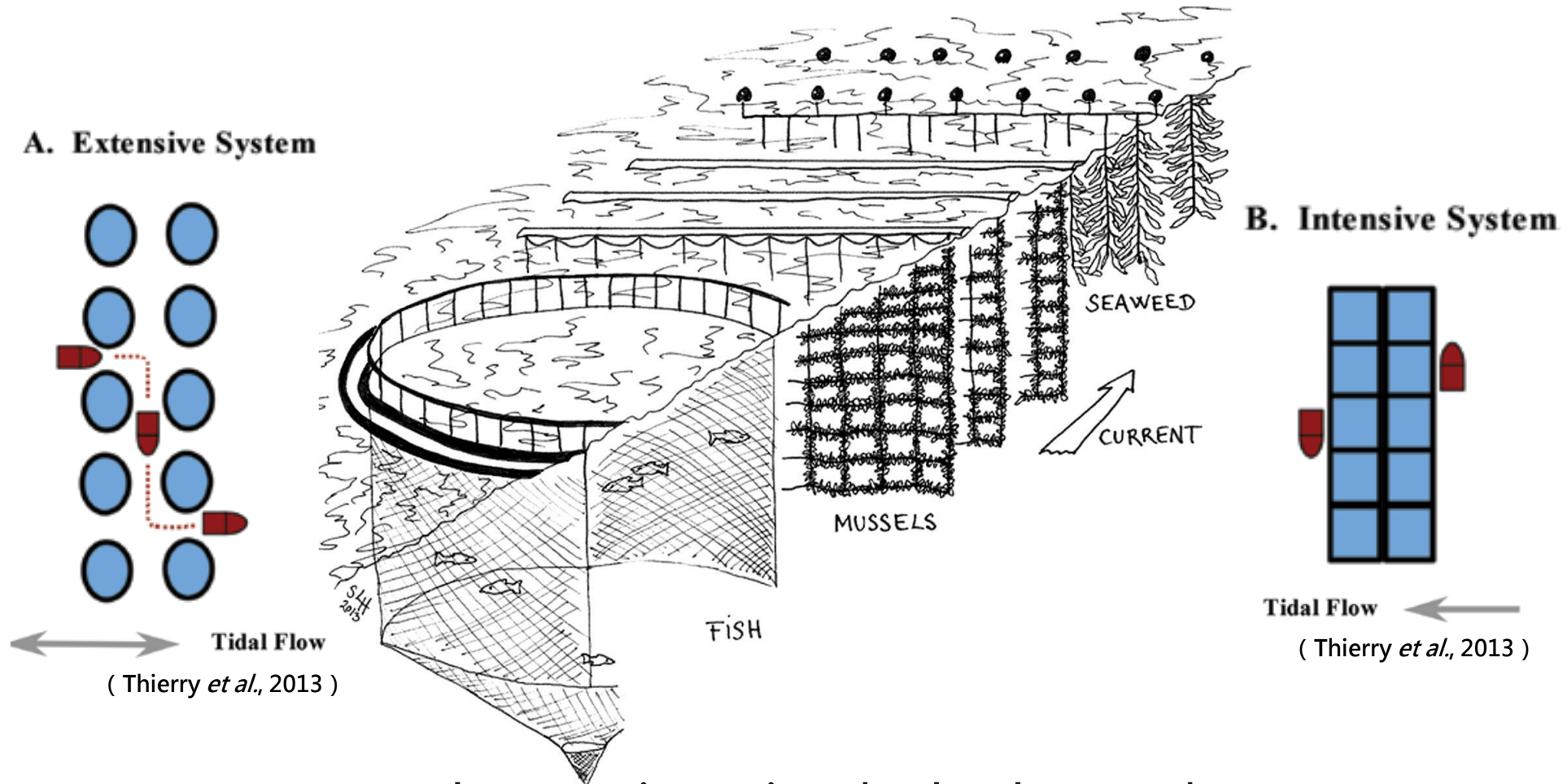
類別		固碳能力
微藻		0.039~1.8 g CO ₂ / ton DW · day
大型藻類	褐藻	20~150 mg CO ₂ / g FW · day
	綠藻	40~450 mg CO ₂ / g FW · day
	紅藻	30~380 mg CO ₂ / g FW · day
水生植物		1.167~7.86 g CO ₂ / m ² · day
文蛤		0.22 g CO ₂ / g
牡蠣		0.42 g CO ₂ / g

註:貝類固碳能力尚須進行評估及討論。

(李等，2017；漁業署，2021)

海洋箱網IMTA系統

IMTA系統多以**養殖規模**、**養殖地形**、**海流方向**，與在**生態環境中所扮演的角色**等為區分，目前加拿大已建構兩種於開放水域中海洋箱網IMTA系統。



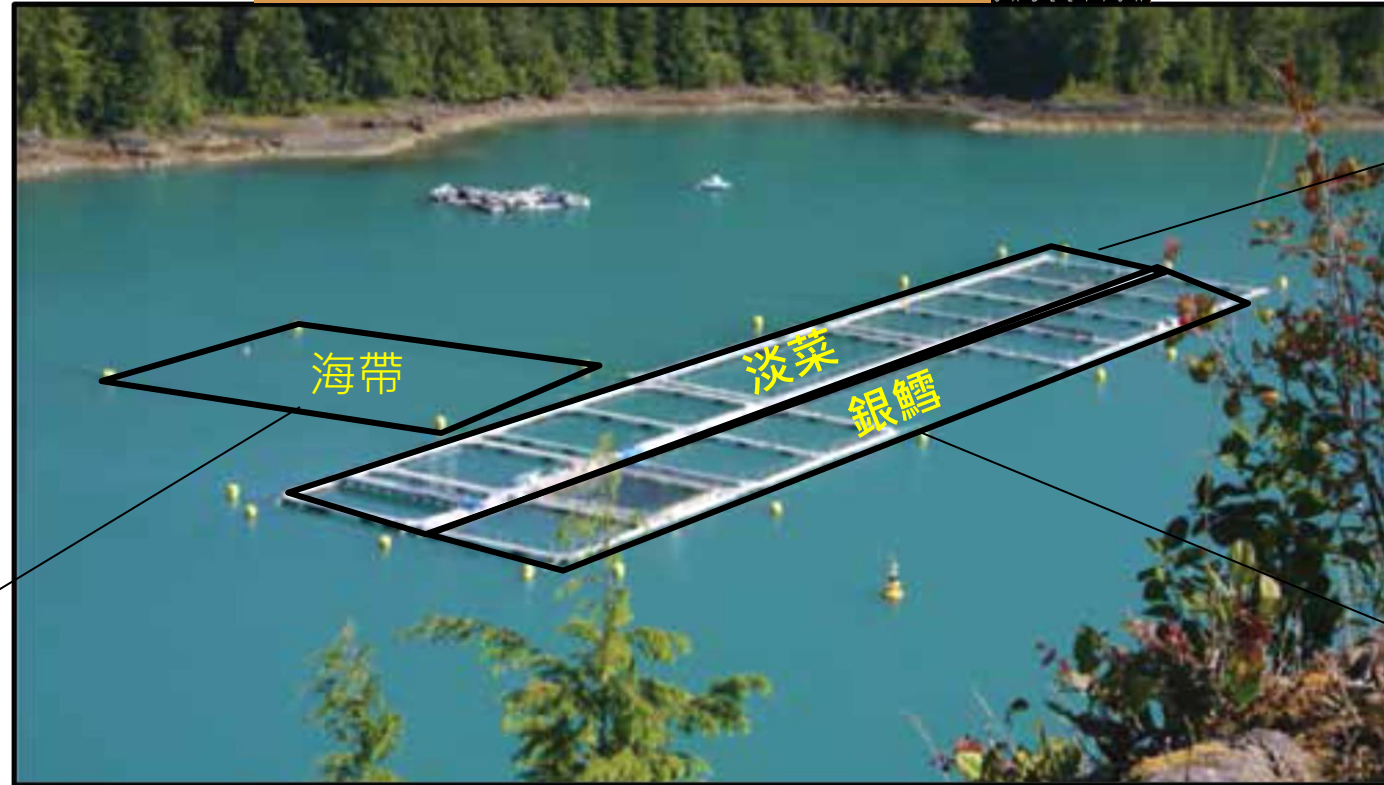
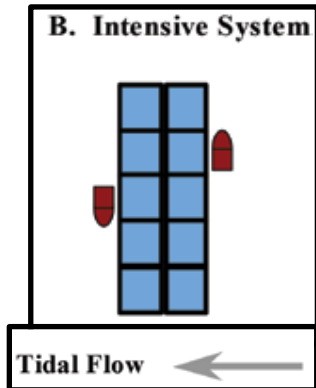
Based on experiences in Ireland and Denmark. (Susan and Maeve, 2014)

海洋箱網IMTA系統



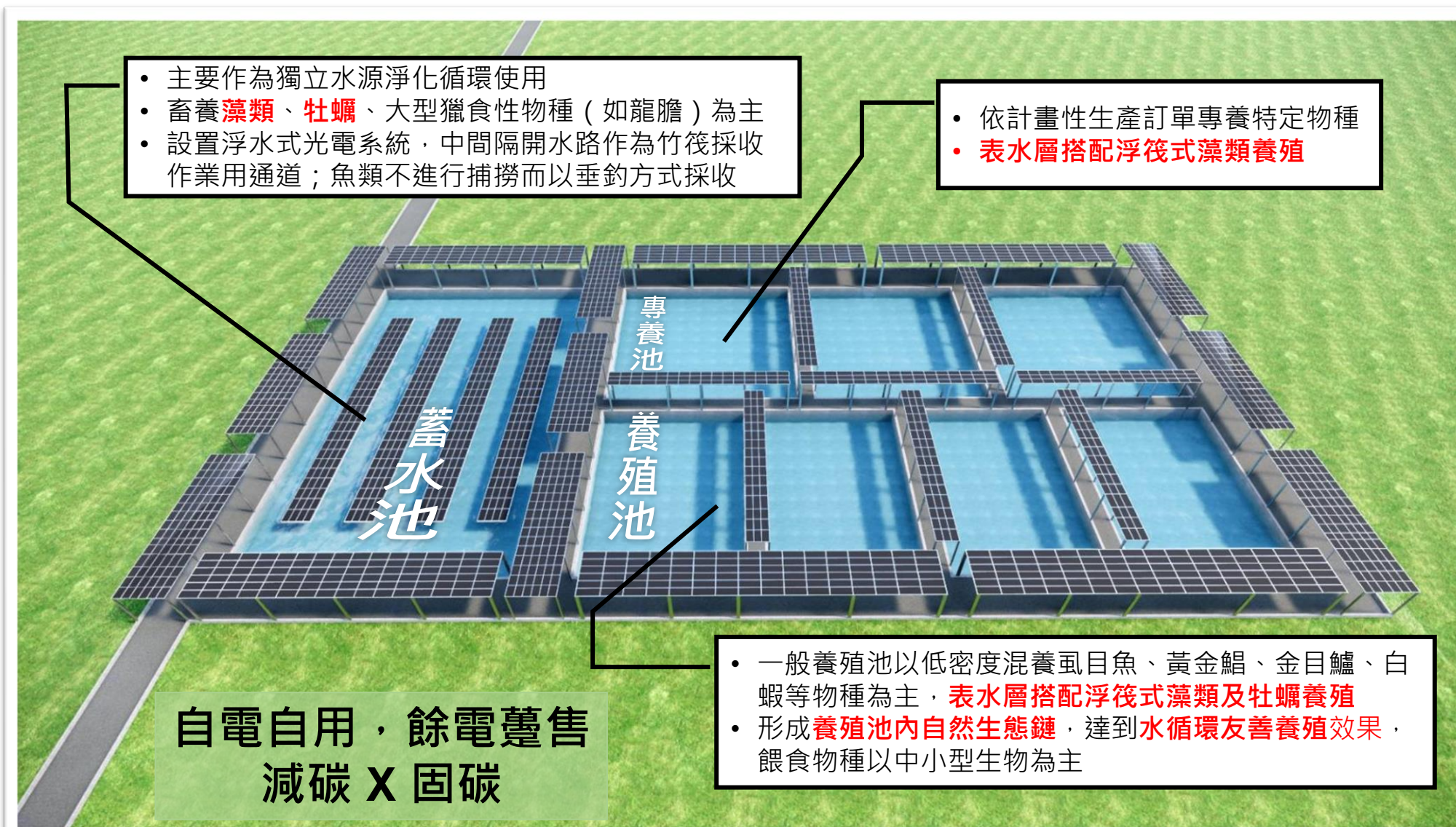
IMTA system in the Bay of Fundy, New Brunswick, Canada. Operated by Cooke Aquaculture Inc.

海洋箱網IMTA系統

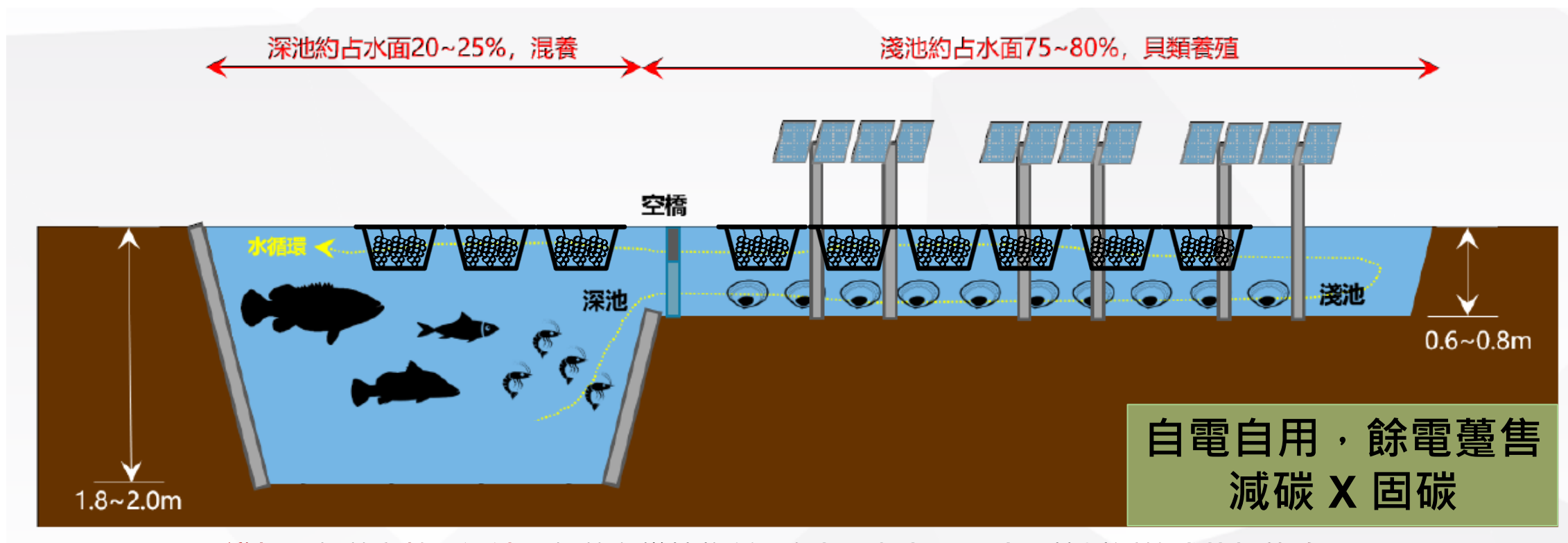


IMTA site of Kyuquot SEAfoods Ltd. on Vancouver Island, British Columbia, Canada.

魚電共生IMTA系統(平底池養殖工法)



魚電共生IMTA系統(深淺池養殖工法)



淺坪區飼養文蛤，深池區飼養多樣性物種（魚類、蝦類），表層皆以浮筏式藻類養殖，

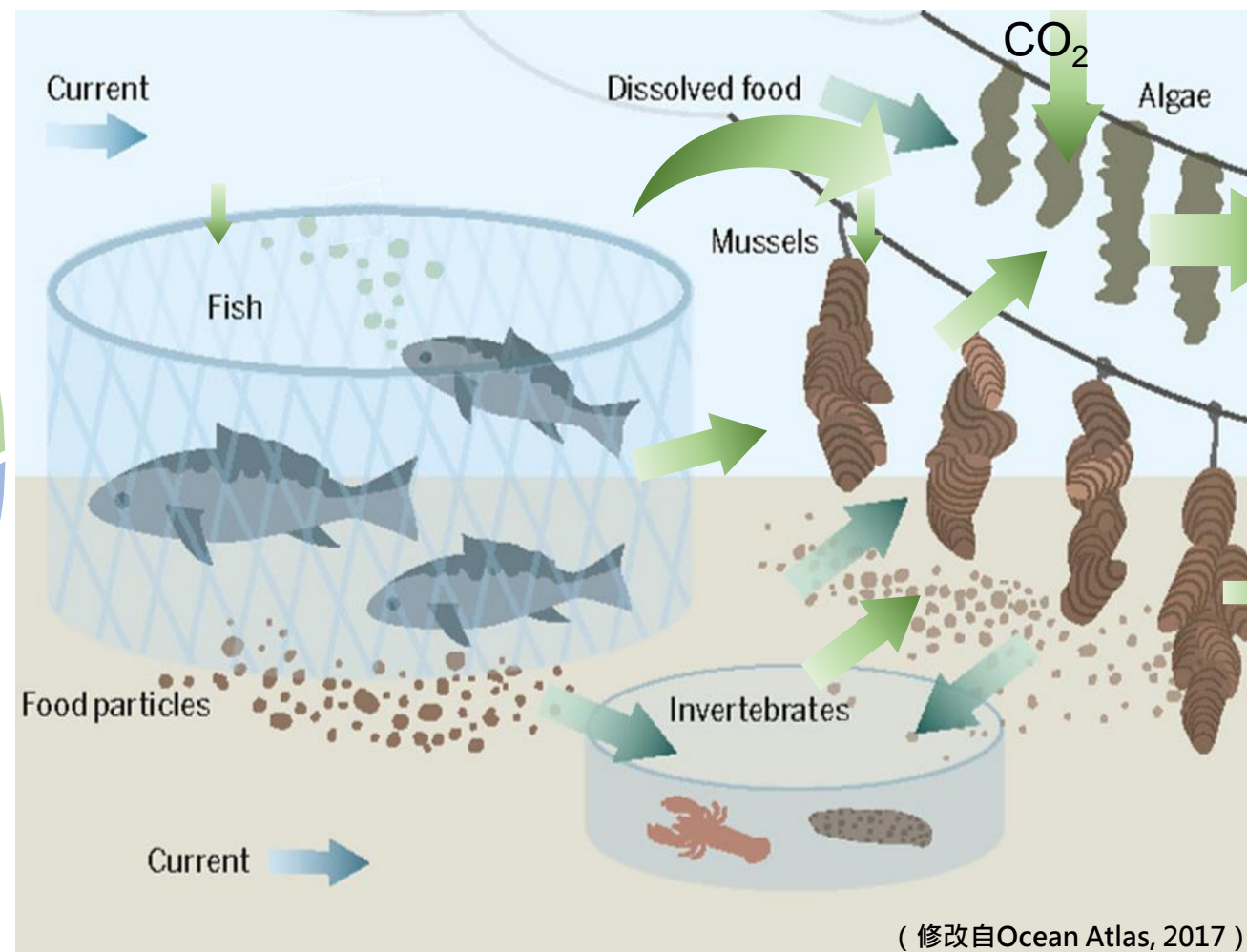
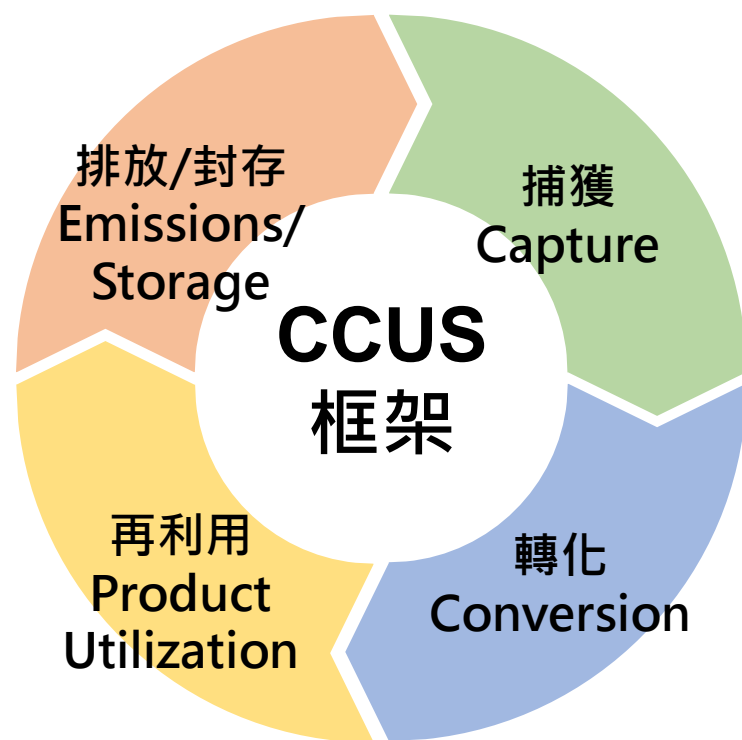
中間以空橋隔開，兩池水可互通

利用抽水設備將深池養殖肥水抽取至淺坪區由貝類進行濾食再循環至深池運用

太陽能板鋪設工法方面以立柱（埋設地樑）為主，不影響養殖採收作業

碳排放的捕獲、再利用及封存

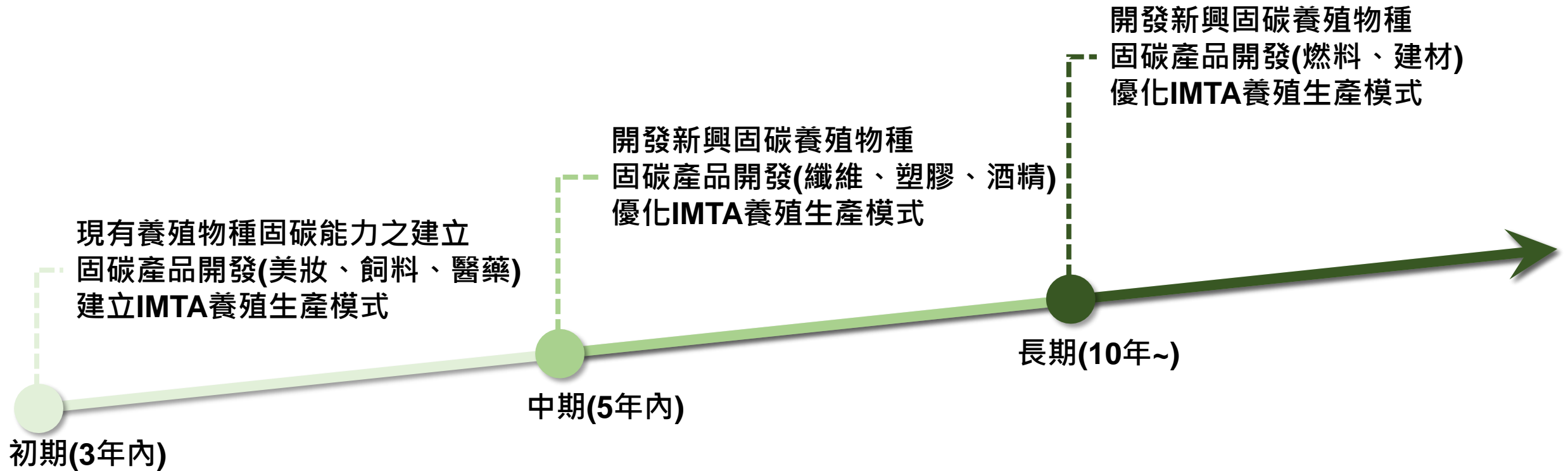
Carbon Capture, Utilization, and Storage (CCUS)



再利用



養殖固碳策略



感謝聆聽
惠請指教