

茶花新品種‘桃園 1 號-緋紅之夏’之育成¹

許雅婷²

摘 要

茶花‘桃園 1 號-緋紅之夏’為桃園區農業改良場 2021 年育成之新品種。於 2013-2014 年以觀賞價值高的日本山茶‘伊美黛’為母本，夏季開花的杜鵑紅山茶為父本進行雜交。2018 年自 180 個實生苗的開花株選拔優良單株 4 株。進行兩次品系比較試驗，調查生長及開花特性，選拔 TYCA1408-3 為優良品系，命名為‘桃園 1 號-緋紅之夏’。‘桃園 1 號-緋紅之夏’植株為直立型、分枝性中等，葉片為橢圓形，葉色綠色、無葉斑，葉緣形狀屬粗鋸齒狀。花朵為蓮花型半重瓣，花徑 9-10 公分屬中輪，主要花色為紅色（RHS 51A），近花朵中心具有淡紅色橫紋斑（RHS 51C、RHS 51D）。花瓣為倒卵型，瓣緣形狀為微凹狀。主要花期於夏秋季（7-11 月），春季（2-3 月）有少量花朵開放。‘桃園 1 號-緋紅之夏’植株生長勢強健，適合作為盆花或景觀使用。

關鍵詞：雜交育種、花期、杜鵑紅山茶、觀賞植物

前 言

茶花為山茶科（Theaceae）山茶屬（*Camellia*）植物。山茶屬植物約有 80 種，主要分布於東亞及南亞（Sealy, 1958）。茶花為多年生木本植物，常綠灌木至小喬木，葉片寬、有光澤且葉色為正綠至深綠色，作為觀賞用途。茶花花朵以多變的花型、花色、花徑大小及部分品種具有香氣而具特色。茶花品種繁多，登記於國際茶花協會（The International Camellia Society,）之品種超過 26,000 種（International camellia register, 2023）。

多數的茶花於冬春開花，杜鵑紅山茶（*Camellia azalea* C.F. Wei）為 1986 年公開發表之物種（Wei, 1986），具有夏季盛花之特性（黃等，2008；嚴，2013；Gao, 2001），

¹ 行政院農業委員會桃園區農業改良場研究彙報第 541 號。

² 桃園區農業改良場助理研究員(通訊作者，ythsu@tydais.gov.tw)。

在臺灣具有半年的開花期（許，2021）。因此被引進做為育種材料，培育不同花期的茶花品種（高等，2016；Fan *et al.*, 2015；Lenzi *et al.*, 2021；Liu *et al.*, 2013）。

茶花為異交作物，是高度異型結合體，茶花的育種方式主要採雜交授粉，可自雜交後裔族群選拔優良單株，再以無性繁殖成營養系以進行品系試驗，並調查其性狀表現，最後選出優良之品系命名為新品種。茶花雜交授粉至採集種子需經過 10-12 個月，播種後至少需 3 年才能開花，選拔優良品系後，利用嫁接繁殖，則可使繁殖植株提早在 1 年內開花。

茶花具有經濟及文化美學價值。國內產業以桃園市、新竹縣市、苗栗縣為重要的生產銷售中心，茶花優雅及美的象徵與在地城市意象及特色發展息息相關，已發展為國內重要花卉。桃園區農業改良場以選育不同於正常花期之茶花品種為育種目標，自 2014 年起進行茶花品種選育，以日本山茶‘伊美黛’為母本，杜鵑紅山茶為父本進行種間雜交。經過優良單株選拔並繁殖成品系後進行 2 次品系比較試驗，2021 年選育生長勢強健、秋季盛花、花朵亮眼新穎之茶花優良新品系 TYC1408-3，於 2021 年 10 月 7 日經桃園區農業改良場研發成果管理小組會議命名為‘桃園 1 號-緋紅之夏’，並於 2023 年 3 月 14 日取得植物品種權。

材料與方法

一、親本特性及雜交

茶花‘桃園 1 號-緋紅之夏’（TYCA1408-3 品系）母本為‘伊美黛’（*Camellia japonica* L. ‘Emeda’），父本為杜鵑紅山茶。日本山茶‘伊美黛’生長勢強，花色深紅、半重瓣玫瑰花型、中小輪花朵之商業流通品種，花期為 1-3 月。杜鵑紅山茶原產於中國廣東省，為具有一年多次開花之特性，花朵為紅色單瓣，花瓣長。於 2013 年 11 月至 2015 年 2 月之花朵開放季節，進行人工雜交授粉。

二、優良單株選拔

雜交後裔實生苗約 10 cm 高時定植於盆徑 18 cm 之硬質塑膠盆，並放置於簡易遮陰網室中栽培。介質以泥炭苔（Peat moss, Kekkila OY, Finland）和田土以 1：1（v/v）混成，共培育實生苗 180 株，並於 2018 年 1 月針對開花株進行選拔。調查性狀及選拔標準包含生長勢（ ≥ 3 ）、主要花色、花型（半重瓣至重瓣）、花朵數（ ≥ 2 朵）、

花徑 (≥ 6 cm)、花瓣數 (≥ 25 片)、首花日。綜合整體園藝性狀表現，選擇生長強健及開花表現優良之單株。優良單株 TYCA1408-3、TYCA1408-5、TYCA1409-4 及 TYCA1507-3，於 2018 年 2 月取新成熟枝條，以 3 年生之日本山茶‘天香’作為砧木進行嫁接繁殖成品系，砧木種植於盆徑 24 cm 塑膠盆，砧木直徑約 2 cm，嫁接數量 5 盆。

三、品系比較試驗

選出之 4 株優良單株，花朵盛開後進行修剪，並採當年生成熟枝具健康芽點為接穗，以嫁接方式繁殖成品系。2019 年於簡易遮陰網室內進行第一年品系比較試驗，對照品種為‘天香’，試驗採 CRD，5 重複，每重複 1 株，栽培於本場茶花栽培網室中，嫁接苗展開新葉後，每盆施用 14.0N-4.8P-10.8K 緩釋肥（新好康多 1 號 180 日, Hi-Control, Shizuoka, Japan）5 g，試驗期間每月以澆灌方式施用 1 次 20.0N-8.8P-16.6K 之液態肥料（Peters 20-20-20, Scotts, Marysville, OH, USA） $1\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ，每盆施用量 400 mL，平時以人工澆水。

2020 年將植栽地植於本場露天花卉試驗區，進行第二次品系比較試驗，以流通之景觀品種‘天香’及深紅色大花品種‘佛羅倫斯’為對照品種。試驗採 CRD，每處理 3 重複，每重複 1 株。每盆地植後植株四周穴施 14.0N-4.8P-10.8K 緩釋肥（新好康多 1 號 180 日, Hi-Control, Shizuoka, Japan）15 g，以人工澆水，試驗期間依據植物保護手冊定期進行病蟲害防治。

(一) 調查項目

1. 樹型（Growth habit）：依據行政院農業委員會公告之茶花品種試驗檢定方法，分為灌木型、橫張型、中等型、直立型、垂枝型及曲折型。
2. 株高（Height）：植株自介質表面至枝條最高處之高度（cm）。
3. 展幅（Width）：植株直徑最寬及最窄處之平均（cm）。
4. 總枝條數（No. of branches）：計算植株全株長度 2 cm 以上之枝條數目。
5. 總葉片數（Leaf number）：計算植株全株葉片數。
6. 葉綠素計讀值（Chlorophyll meter reading, CMR）：以葉綠素計（SPAD-502, Minolta Camera Co., Tokyo, Japan）測量剛完全展開葉（由上往下約第 2 至 4 片），測點避開葉脈，以免影響葉綠素計之判讀，每株測定 3 片葉片取平均值為代表。葉綠素計原理為利用葉片對 650 及 940 nm 兩波長吸收率的差異，以估算葉綠素含量。

7. 生長勢評估 (Growth potential)：評量整體之株高比例、分枝性、葉片健康程度、葉色等品質綜合給分，5 極佳，4 良好，3 尚可，2 不佳，1 極差。
8. 花徑 (Flower diameter)：以游標尺測量盛開花朵左右花瓣之距離為花徑 (cm)。
9. 花色：花朵之主要花色，以 RHS 色卡量測。
10. 花期：調查花朵開放時期。
11. 花朵數：植株開放的總花朵數。
12. 花苞比例：枝條形成花苞之比例。

四、繁殖試驗

扦插試驗於 2020 年 3 月自非品系比較試驗之植株採取新成熟枝條，剪長度 6-8 cm 之插穗進行扦插繁殖，扦插數量 22-48 枝不等，以商業流通品種‘天香’作為對照，於扦插 6 個月後進行調查。

五、試驗設計與統計分析

試驗採完全逢機設計 (Complete randomized design, CRD)。試驗數據以 Costat 6.2 (CoHort Software, Monterey, CA) 統計軟體進行變方分析及最小顯著差異 (Least significant difference, LSD)，分析各處理間是否有顯著差異 ($P < 0.05$)，並進行變方分析 (ANOVA)。

結果與討論

一、雜交及繁殖

2014 及 2015 年雜交組合共獲得 224 個種子，雜交種子於同年度 8-9 月採收，11 月進行播種，以赤玉土為介質，播種後共培育出 180 株實生苗。

二、優良單株選拔

茶花實生苗從播種至開花約需 3-4 年，本雜交組合於 2017 年 11 月起部分單株首度開花，2018 年 1 月份自開花植株中選拔生長強健且開花表現佳者為優良單株。調查性狀及選拔標準包含生長勢 (≥ 3)、主要花色、花型 (半重瓣至重瓣)、花朵數 (≥ 2 朵)、花徑 (≥ 6 cm)、花瓣數 (≥ 25 片)、首花日。綜合整體園藝性狀表現，選

出 4 個表現優良之單株並繁殖成品系，進入次年第 1 年品系比較試驗。TYCA1408-3、TYCA1408-5、TYCA1409-4 及 TYCA1507-3（表 1）。

表 1. 茶花雜交組合優良單株之園藝特性（2018 年調查）

Table 1. Horticultural characteristics of Camellia superior plants from hybrids in 2018.

單株編號	主要花色	花型	花朵數	花徑	花瓣數	首花日	生長勢
Code	Flower color	Flower form	Flower number	Flower width	Petal number	First flowering date	Growth Potential
			(no.)	(cm)	(no.)		(1-5)
TYCA 1408-3	Red	semi-double, (lotus form)	3.0	9.3	26	2017/12/3	4
TYCA 1408-5	Red	formal double	2.0	6.0	40	2017/11/20	4
TYCA 1409-4	Red	semi-double (peony form)	2.0	9.5	31	2017/12/5	3
TYCA 1507-3	Red	semi-double (anemone form)	2.0	11.0	25	2018/1/21	4

三、第一年品系比較試驗

2019 年 11 月起調查生長性狀及開花表現，參試品系植株均為嫁接一年生，植株為自然分枝。參試植株株型皆為直立型，參試品系株高、總分枝數及總葉片數以 TYCA1408-3、TYCA1408-5 及 TYCA1507-3 品系表現與對照品種沒有顯著差異，其中又以 TYCA1408-3 品系表現最佳。葉綠素計讀值顯示 TYCA1409-4 品系葉片黃化，為生長弱勢表現。評估植株整體生長勢表現，以 TYCA1409-4 品系表現較差，其他品系表現較佳（表 2）。

表 2. 茶花第一年品系比較試驗各品系生長性狀調查 (2019)

Table 2. The growth traits of selected lines of Camellia in the first year lines comparison trial in 2019.

品系編號 Entry	株型 Growth habit	株高 Height (cm)	總分支數 Branch (no.)	總葉片數 Total leaf (no.)	葉綠素計讀值 Chlorophyll Meter Reading	生長勢評估 Growth Potential (1-5)
TYCA1408-3	upright	44.3 a	8.0 a	59.3 a	74.6 ab	4.8
TYCA1408-5	upright	43.7 ab	7.7 a	63.2 a	69.6 b	4.8
TYCA1409-4	upright	31.0 b	2.8 b	25.4 b	59.9 c	3.3
TYCA1507-3	upright	40.9 ab	5.6 ab	46.8 ab	77.6 a	4.6
‘High Fragrance’ (CK)	upright	37.2 ab	5.0 ab	49.2 ab	55.6 c	4.5

^z 同行英文字母相同者表示 LSD 在 5%水準差異不顯著。

^z Means with the same letters within columns are not significantly different at 5% level by LSD.

花徑以 TYCA1507-3 品系最大 (11.8 cm) 屬大輪花, TYCA1408-3 及 TYCA1409-4 品系花徑 8.3-9.6 cm 屬中輪花、TYCA1408-5 品系最小 (6.2 cm) 屬中小輪花。參試品系展現與一般茶花不同花期特性, 花期約於 2018 年 11-12 月及 2019 年 7-9 月, 對照品種 ‘天香’ 一年開一次花, 花期於 2019 年 1-2 月 (表 3)。第一年品系比較試驗評估整體園藝性狀表現, 選拔 TYCA1408-3、TYCA1408-5 及 TYCA1507-3 品系進入第二年品系比較試驗。

表 3. 茶花第一年品系比較試驗各品系開花性狀調查 (2019)

Table 3. The flowering traits of selected lines of Camellia in the first year lines comparison trial in 2019.

品系編號 Entry	花徑 Flower width (cm)	主要花色 Flower colors (RHS)	花期 Flowering period
TYCA1408-3	9.6 b	Red RHS 51A	2018/11/21 - 2018/11/26 2019/09/20 - 2019/09/24
TYCA1408-5	6.2 c	Red RHS 47A	2018/12/14 - 2018/12/18 2019/07/12 - 2019/07/18
TYCA1409-4	8.3 b	Red RHS 54C	2018/11/12 - 2018/11/18 2019/08/08 - 2019/08/16
TYCA1507-3	11.8 a	Red RHS 52A	2018/12/20 - 2018/12/24 2019/07/12 - 2019/07/16 2019/08/08 - 2019/08/18
‘High Fragrance’ (CK)	9.9 ab	Red purple RHS 73D	2019/01/20 - 2019/02/01

^z 同行英文字母相同者表示 LSD 在 5%水準差異不顯著。

^z Means with the same letters within columns are not significantly different at 5% level by LSD.

四、第二年品系比較試驗

第二年品系比較試驗係採第一年之植株經中度修剪，2020 年 2 月地植於本場花卉區露天試驗區，以商業流通品種‘天香’及深紅色大花品種‘佛羅倫斯’作為對照。總枝條數以 TYCA1507-3 品系枝條數顯著較低，其他與對照品種沒有顯著差異。參試品系皆表現不同花期之開花特性，花期主要為 7-10 月，其他月份零星有花，對照品種開一次花，花期於 1-2 月。參試品系之花朵數以 TYCA1408-3 品系較高（7.7 朵）與對照品種沒有顯著差異，花苞比例以 TYCA1408-3 品系最高（94.3%），但品系間沒有顯著差異（表 4）。

經過兩年度的品系試驗中，TYCA1408-3 的花期主要落在 9-11 月之間，然因植株為繁殖 1-2 年生，植株花苞數有限，因此單株開花天數較為集中。

表 4. 茶花第二年品系比較試驗各品系園藝特性調查 (2020)

Table 4. The horticultural traits of selected lines of Camellia in the second year lines comparison trial in 2020.

編號 Entry	株高 Height	展幅 Width	葉綠素計讀值 Chlorophyll Meter Reading	枝條數 Branch	花期 Flowering period	花徑 Flower Width	花朵數 Flower no.	花苞比例 Budding rate
	(cm)	(cm)		(no)	(2020)	(cm)	(no.)	(%)
TYCA 1408-3	70.0 a	50.0 a	75.1 a	47.0 a	01/08-01/22 10/31-11/06	9.8 ab	7.7 a	94.3 a
TYCA 1408-5	69.0 a	54.8 a	98.3 a	40.0 a	03/04-03/15 11/05-11/15	7.1 b	5.7 b	90.4 a
TYCA 1507-3	73.7 a	44.8 a	68.5 a	26.0 b	02/12-02/20 07/12-07/20 08/16-08/20	12.2 a	5.3 b	85.7 a
‘Florence Stratton’ (CK)	48.0 b	42.2 a	82.2 a	59.3 a	01/20-02/10	10.2 a	7.9 a	82.3 a
‘High fragrance’ (CK)	61.7 a	42.3 a	60.7 b	47.3 a	01/10-02/02	9.7 a	7.3 a	87.4 a

^z 同行英文字母相同者表示 LSD 在 5%水準差異不顯著。^z Means with the same letters within columns are not significantly different at 5% level by LSD.

五、品系繁殖試驗

參試品系扦插存活率 88%-96%，與對照品種‘天香’沒有顯著差異。TYCA1408-3 (90%) 及 TYCA1408-5 (89.3%) 品系之發根率與對照品種 (85.7%) 沒有顯著差異，TYCA1507-3 品系則顯著較低 (76%)。最長根長於品系間沒有顯著差異，介於 5.3-6.4 cm，根幅以 TYCA1507-3 (6.4 cm) 及 TYCA1408-3 (5.5 cm) 品系與對照品種 (5.0 cm) 沒有顯著差異，TYCA1408-5 品系則顯著較低 (4.7 cm) (表 5)。綜合扦插繁殖表現評估，TYCA1408-3 品系之扦插存活率、發根率、最長根長及根幅皆表現較佳，顯示其量化生產之可行性高。

綜合上述，最終選育生長勢強健、秋季盛花、花朵亮眼新穎之茶花優良新品系 TYC1408-3，命名為‘桃園 1 號-緋紅之夏’。

表 5. 茶花品系扦插繁殖特性調查

Table 5. The cutting propagation traits of selected lines of Camellia in the second year lines comparison trial.

編號 Entry	扦插存活率 Survival rate (%)	發根率 Rooting rate (%)	最長根長 Root length of the longest root (cm)	根幅 Root width (cm)
TYCA 1408-3	96.0 a (45/48)	90.0 a	5.9 a	5.5 a
TYCA 1408-5	89.3 a (25/28)	89.3 a	5.3 a	4.7 b
TYCA 1507-3	88.0 a (19/22)	76.0 b	6.4 a	6.4 a
‘High fragrance’ (CK)	92.1 a (35/38)	85.7 a	5.7 a	5.0 a

^z 同行英文字母相同者表示 LSD 在 5%水準差異不顯著。

^z Means with the same letter within columns are not significantly different at 5% level by LSD.

六、主要特性

茶花‘桃園 1 號-緋紅之夏’植株為直立型，株高高、展幅寬、分枝數中等、節間短。經過兩年度的品系以及後續植株觀察紀錄（資料未顯示），茶花‘桃園 1 號-緋紅之夏’可以適應半日照至全日照環境。一年有兩個花期，主要花期為秋季（9-11 月），少量花朵於 7-8 月始花；次要花期於春季 1-3 月有少量花朵開放。單朵花期以秋冬季較長約 4-8 日，夏季因溫度高，單朵花花期較短約 1-3 日。茶花‘桃園 1 號-緋紅之夏’花色為紅色（RHS 51A），具有紅色（RHS 51C、RHS 51D）橫紋斑，花型為蓮花型半重瓣，花朵中心具有黃色花藥點綴，花朵具有良好的觀賞價值。

依據扦插繁殖試驗結果，茶花‘桃園 1 號-緋紅之夏’的扦插存活率（96%）、發根率（90%）、最長根長（5.9 cm）皆為各品系中表現最佳，改善了親本杜鵑紅山茶不易扦插繁殖的缺點，扦插繁殖表現良好，利於商業化生產栽培。

七、栽培管理重點

茶花‘桃園 1 號-緋紅之夏’生育適溫約 15-30°C，偏好弱酸性砂質壤土。水分管理原則為乾了再澆，澆水則澆透，採乾溼交替模式，在花苞形成及開花階段最為重要，避免缺水造成消苞現象。茶花‘桃園 1 號-緋紅之夏’可適應全日照至半日照栽培，幼苗期或戶外移植初期，宜適當遮陰，以免強日照損傷葉片。

茶花‘桃園 1 號-緋紅之夏’生長週期與開花期與一般茶花不同，一年有二次的萌芽期以及二次的開花期，茶花花苞形成於當年抽梢的成熟枝條上。主要萌芽期為 4-5 月，此時萌發的枝條於 6 月起可見花苞形成，多數花朵於 9-11 月開放。次要萌芽期為 9-10 月，此時萌發的枝條於 12 月可見花苞形成，花朵於 1-3 月開放。開花數量受到枝條萌發數量的影響，主要花期（9-11 月）的開花量為次要花期（1-3 月）的 3-4 倍。

施肥管理配合主要的生長週期抽芽以及開花時間，施肥管理建議 2-3 月施用氮磷鉀比例平衡的基肥，4-5 月必要時可施用追肥及葉肥，7-10 月施用磷鉀比例較高的開花肥。

繁殖方法為扦插，宜採用具備飽滿芽點的新成熟枝條，長度約 5-8 cm 之插穗，扦插環境宜遮陰約 70%，並給予適當噴霧提高空氣濕度，適合環境扦插約 30-90 日可發根定植。全年以 1-3 月初及 6-8 月具有較多芽點飽滿的枝條。

病蟲害防治與一般茶花相近。新芽展開期主要害蟲有蚜蟲、薊馬、小綠葉蟬及毒蛾類等。夏季以葉蟬類及薊馬為主。花苞形成及開花階段留意灰黴病危害。忌諱強風吹拂，強風危害使得葉片邊緣及花苞焦枯，影響觀賞性及整體植株生長。

參考文獻

- 高繼銀、劉信凱、趙強民。2016。四季茶花雜交新品種彩色圖集。浙江科學技術出版社。杭州市。中國。
- 許雅婷。2021。臺灣北部杜鵑紅山茶開花及新梢生長習性之調查研究。桃園區農業改良場研究彙報 90:39-52。
- 黃萬堅、劉信凱、高繼銀。2008。杜鵑紅山茶(*Camellia azalea*)生物學特性及園林應用價值。2008 年中國植物園學術年會論文集。p. 80-87。
- 嚴丹峰。2013。杜鵑紅山茶種間雜交及其 F1 代性狀遺傳分析。仲愷農業工程學院碩士論文。廣州。中國。
- Fan, Z., J. Li, X. Li, B. Wu, J. Wang, Z. Liu, and H. Yin. 2015. Genome-wide transcriptome profiling provides insights into floral bud development of summer-flowering *Camellia azalea*. Sci. Rep. 5:9729.
- Gao, J.Y. 2001. *C. azalea*, promises new horizons for camellia culture. American camellia yearbook. Amer. camellia Soc. p. 8-9. International camellia register. 2023. Statistics of cultivar names record. < <https://camellia.iflora.cn/Home/index> >.
- Lenzi, A., S. Biricolti, R. Vivoli, F. Bulleri, and A. Baldi. 2021. Cross-breeding program in the genus *Camellia* involving the “everblooming” camellia (*C. azalea* C.F. Wei). IV International Symposium on Woody Ornamentals of the Temperate Zone 1331. p. 35-42.
- Liu, X., N. Zhong, G. Feng, D. Yan, and J. Gao. 2013. A new advance on camellia breeding in China: studies on thirty summer-blooming hybrids from crosses between *Camellia azalea* and other camellias. J. Agri. Sci. Technol. B3:254-264.
- Sealy, J.R. 1958. A revision of the genus *Camellia*. 1st ed. The Royal Horticultural Society. London. UK.
- Wei, C.F. 1986. A new species of camellia from china. Bulletin of Botanical Res. 6:141-144.

Breeding and selection of *Camellia* ‘Taoyuan No.1-Summer Red’¹

Ya-Ting, Hsu²

Abstract

Camellia ‘Taoyuan No.1-Summer Red’ was a new cultivar released by Taoyuan district agricultural and extension station. High ornamental valued *Camellia japonica* L. ‘Emeda’ and summer bloomed *Camellia azalea* C.F. Wei. were crossed in 2013-2014. Four singles were selected from 180 hybrid seedling in 2018. Line comparison tests were conducted for two consecutive years and line TYCA1438-3 was selected and thereafter formally named ‘Taoyuan No.1-Summer Red’. The plant growth habit of ‘Taoyuan No.1-Summer Red’ is upright. The branch is medium. The leaf shape is oval. The leaf color is green without variegation and the margin of leaf is serrate. The flower type is semi-double, lotus form. The flower size is medium (9-10 cm). The main color is red(RHS 51A) with light red (RHS 51C 、 RHS 51D) striated on the inner petal . The shape of petal is obovate The margin of petal is retuse. The time of flowering is mainly in summer to fall (Jul. to Nov.) and the small amount of flower bloomed in spring (Feb. to Mar.). The growth vigor of ‘Taoyuan No.1-Summer Red’ is good, can be used as pot flower or landscape plant.

Key words: cross breed, flowering time, *Camellia azalea*, ornamental plant

¹. Contribution No. 541 from Taoyuan DARES, COA.

². Assistant Researcher (Corresponding author, ythsu@tydais.gov.tw), Taoyuan DARES, COA.