

國立臺灣大學獸醫專業學院獸醫學系研究所



碩士論文

Graduate Institute of Veterinary Medicine

School of Veterinary Medicine

National Taiwan University

Master Thesis

評估生醫用雞胚胎蛋生產模式之成本與效益

Assessment and Cost-Benefit Analysis of Embryonic

Eggs Production for Biomedical Use

研究生 闕筱芙

Graduate student : Hsiao-Fu Chueh

指導教授：周崇熙 博士 王宏文 博士

Advisors : Chung-Hsi JiuJiu Chou, Ph.D. and Hong-Wong Wang, Ph.D.

中華民國一百零四年六月

June, 2015

誌謝



首先希望和本研究的相關指導老師表達感謝。謝謝獸醫系周崇熙副教授與動物科技系邱智賢教授，為我開啟此研究的概念與契機。謝謝政治系王宏文副教授，耐心傳授專業公共財務相關知識於幾無相關基礎的我，並帶給我全新的研究視野與觀點。再來希望答謝其他協助與指導本研究的前輩先進。感謝台灣經濟研究院黃慶原博士在我撰寫論文的過程與口試當中，給予許多專業產業政策評估的建議與經驗參考。感謝杏輝醫藥集團李易達博士在口試當天分享許多豐富且珍貴的生技醫藥產業發展經驗和機會。感謝郭良嘉獸醫師在建廠評估過程中相關技術指導。感謝獸醫畜產發展基金會施義燦董事長與百衛國際事業有限公司高百毅總經理對疫苗產業前瞻趨勢的指引。感謝淨旦生技股份有限公司梁奇鳳總經理與繆正志經理在建廠評估過程中珍貴經驗的分享。感謝中華民國養雞協會王榮生課長與菁山種雞場呂宜峰在清淨建廠評估過程中的協助。感謝家畜衛生試驗所製劑組陳瑞祥組長、嘉義大學動物疾病診斷中心郭彥麟獸醫師、國光生物科技股份有限公司黃裕聰經理與郭東昇前經理、台灣生物製劑股份有限公司張婉純副總經理、瑞寶基因股份有限公司洪岳鵬處長與林家群副理等產業先進在胚胎蛋疫苗技術應用與需求狀況的分享。感謝淡水家畜衛生試驗所、竹南動物用藥品檢定分所、彰化種畜繁殖場、淨旦生技股份有限公司、菁山種雞場對胚胎蛋生產與供應的資訊分享交流。感謝動植物防疫檢疫局、王思文獸醫師、陳姿方獸醫師與諸多先進前輩在蒐集資料的幫助和引薦。最後希望感謝我的真正的家人與實驗室的家人們，謝謝大家的照顧和包容。盼望能藉由此研究機會嘗試以疾病防治防疫概念與經濟評估思維角度，與產業先進一齊持續為我國生技畜牧產業發展而努力。

摘要



生醫用雞胚胎蛋生產模式根據疫苗種類、製程與實驗目的之需求不同，可分為無特定病原與傳統清淨兩種不同等級。為了解決生醫用胚胎蛋「生產規範不明」與「供需不平衡」之問題，本研究希望援引國際規範與認證標準、國內實驗動物相關準則與國內畜牧營業相關法規，並酌情產業現況以建立可規模化之生醫用雞胚胎蛋生產模式，希望提供訂定生產規範時之參考並按其建造與營運特性分類，進一步以淨現值法、情境分析法與 Kaldor-Hick's 補償原則來探討其投資與產業之經濟效益，並提出評價與決策建議。

關於整體成本特性的探討，無特定病原等級生產模式無論建造或營運成本均高於清淨等級生產模式。隨著飼養數量增加，無特定病原等級的建造成本增長性小於清淨等級，營運成本增長性則大於清淨等級。兩種方案邊際成本皆遞減，其中又以無特定病原的遞減幅度較大，直到飼養 4 千羽以上遞減效率最佳。除了探討不同等級生產成本，並可依據近 5 年國內市場研究資料假設積極投資與保守投資兩種生產規模，進而探討其 20 年內淨現值與回本情況。

關於投資經濟效益的評估，對決策者有利的方案由高至低分別為清淨等級積極投資模式(飼養 115,051 羽，年產 1,700 萬枚)、清淨等級保守投資規模(飼養 87,981 羽，年產 1,300 萬枚)、無特定病原等級積極投資模式(飼養 8,798 羽，年產 130 萬枚)，並分別於第 6、6、12 年回本，且無特定病原等級生產模式的預期未來需求量不得超過現有需求量之 1.17 倍，清淨等級不得大於 1.44 倍；而無特定病原等級保守投資模式(飼養 677 羽，年產 10 萬枚) 則造成虧損。對國內其他胚胎蛋生產業者無論任何方案皆因業務競爭而造成損失；對國產疫苗廠商有利的方案由高至低分

別無特定病原等級積極投資模式、無特定病原等級保守投資規模；而清淨等級積極與保守投資規模若在目前的競爭訂價情況下則無影響。對總體產業而言，具有公眾淨效益的方案僅有無特定病原等級積極投資模式。沒有任何方案能符合帕累圖最適狀態，諸方案皆會造成部分個體之損失。

關於決策建議，為達成投資決策人與產業最大淨效益，本研究建議決策者建立稍具規模化之無特定病原等級生產模式(飼養至少 3,358 羽)。抑或建立較小規模生產模式，但需具備較低成本的資源取得能力或經由政府補貼方案來分散投資風險。同時建議與疫苗業者共同研議配合生產計畫，甚至透過投資關係轉嫁成本而建立自有供應鏈，以達成最有效率的生產與應用。另外，建議投資人應與國內民間既有胚胎蛋生產業者進行行銷或技術開發之合作，避免直接競爭關係。本研究也建議政府應分別於政策面、體制面與資源面給予產業協助。透過國際化規範與聯盟的建立、完整公正的國家級第三方疾病檢驗單位的分工、關鍵技術的產學合作，與生獎勵補助方案與監督輔導機制等，貫徹實現我國生技疫苗產業鏈上下游的完整性、人才的培育與國際外銷策略的發展。期許在國民防疫安全的良好維護下，更能使台灣未來成為東亞、東南亞地區重要的疫苗與原料研發與供應核心。

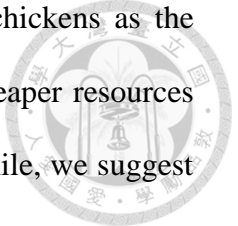
關鍵字：胚胎蛋、疫苗、成本效益、淨現值、情境分析

Abstract



Embryonic eggs can be classified into specific-pathogen free (SPF) and conventional clean (clean) grades based on vaccine types and experiment objectives. We referred to international guides, local government regulations, and industrial information to establish mass production programs of embryonic eggs for biomedical use as well as to solve the “unclear standard” and the “imbalance of supply and demand” of embryonic eggs for biomedical use. Besides providing definition and guidance for embryonic eggs production, these programs were further analyzed in terms of their cost and benefit based on their construction and operation plans. In addition, net present value, scenario analysis, and Kaldor–Hicks efficiency were used to investigate the investment and industry benefits of the programs. Furthermore, evaluations were performed and suggestions were provided by the three approaches.

The results of the analysis revealed that the clean program under active investment (115,051 chickens with 17 million eggs production per year), the clean program under conserved investment (87,981 chickens with 12 million eggs production per year), and the SPF program under active investment (8,798 chickens with 1.3 million eggs production per year) will benefit investors and be break even at years 6, 6, 12. The over-expected raising and production scales of SPF and clean programs should not exceed 1.17 and 1.44 times than the present needs. The SPF program under conserved investment (677 chickens with 0.1 million eggs production per year) may not be profitable. All the programs will lead to losses to local competitors. The SPF programs will benefit vaccine manufacturers. However, considering the development of the entire industry, the SPF program under active investment is the only solution. Every program may cause some losses to the stakeholders.



We recommend the investment of the SPF program with 3,358 chickens as the basic raising scale or the smaller investment with the assessment of cheaper resources and official subsidy for the benefit of the investor and industry. Meanwhile, we suggest cooperation between investor and vaccine manufacturers through the organized production–purchase plans as well as investing relations. In addition, we suggest the co-development of sales and techniques between investor and local competitors to prevent the vicious competition. Furthermore, we recommend the government to assist the industry through its policies, systems, and resources. Through the establishment of international norms and unions, the establishment of national disease inspection units, the cooperation of techniques development, and the subsidy as well as supervision of the government, the domestic vaccine industry chain, biotechnical talents, and export strategies will be completely implemented. These efforts will ensure not only good immunization plans in the nation, but also ensure that a new prospect of being the core of vaccine supply is achieved along with its development in East and Southeast Asia.

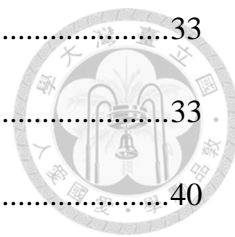
Key words: Embryonic eggs, Vaccine, Cost–benefit analysis, Net present value, Scenario analysis

目錄



誌謝.....	I
摘要.....	II
Abstract.....	IV
目錄.....	VI
Table.....	VIII
Figure.....	X
第一章 緒論.....	1
第一節 研究背景.....	1
第二節 研究目的.....	2
第三節 研究方法.....	3
第四節 本文架構.....	4
第二章 文獻探討.....	6
第一節 胚胎蛋源疫苗技術.....	6
第二節 成本效益分析理論.....	7
第三節 產業相關研究文獻.....	11
第四節 小結.....	15
第三章 生醫用胚胎蛋產業現況.....	17
第一節 生醫用胚胎蛋介紹.....	17
第二節 國內供應來源.....	21
第三節 胚胎蛋源疫苗產業.....	26
第四節 小結.....	31

第四章	建立並探討生產模式之成本效益.....	33
第一節	建立決策架構.....	33
第二節	生產模式特性.....	40
第三節	生產成本.....	54
第四節	產出效益.....	64
第五節	統計與分析.....	69
第五章	分析並評價生產模式之成本效益.....	71
第一節	投資成本效益.....	71
第二節	利益相關人效益.....	79
第三節	評價與決策建議.....	84
第四節	限制與未來研究方向.....	88
第六章	結論.....	90
參考文獻	93

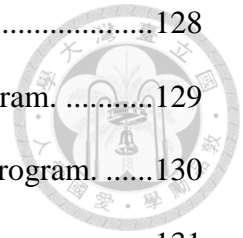


Table



Table 1	Examination program for SPF chicken.....	102
Table 2	Accreditation for laboratory animals by AAALAC.....	104
Table 3	Demand of SPF embryonic eggs produced by AHRI.....	105
Table 4	Examination program for SPF chicken by AHRI.....	106
Table 5	Examination program for SPF chicken by X company.	107
Table 6	Supply of conventional clean eggs embryonic eggs in Taiwan.	109
Table 7	Examination program for conventional clean ducks by AHRI.....	110
Table 8	Examination program for conventional clean goose by TLRI.	111
Table 9	Vaccine produced by embryonic eggs.	112
Table 10	The array of importance and uncertainty of the program.	114
Table 11	Classification of functional units for SPF program.	115
Table 12	Biosafety route designed for SPF program.....	116
Table 13	Cage size required for chickens as laboratory animals.....	117
Table 14	Programs for establishing and maintenance of SPF flocks.	118
Table 15	Adequate temperature for the chicken must be adusted by the age.....	119
Table 16	Adequate humidity for the chicken must be adusted by the temperature....	120
Table 17	Relative pressure of different functional spaces.....	121
Table 18	Fed.Std.209E Standard for the clean room.....	122
Table 19	Croop designed by the Third Department of Animal Husbandry.	123
Table 20	Estimation of construction cost and annual operation cost.	124
Table 21	Estimation of appropriate raising scale of chicken and egg production.....	125
Table 22	The pricing and sales volume of different scales of SPF program.	126
Table 23	Benefit for decision maker and competitors in SPF production program. ..	127

Table 24	Benefit for decision maker and competitors in clean program.....	128
Table 25	Benefit for local vaccine manufacturers in SPF production program.	129
Table 26	Benefit for local vaccine manufacturers in conventional clean program.	130
Table 27	Benefit for stakeholders in SPF active program.	131
Table 28	Benefit for stakeholders in SPF conserved program.	132
Table 29	Benefit for stakeholders in conventional clean active program.....	133
Table 30	Benefit for stakeholders in conventional clean conserved program.....	134
Table 31	Assume values of the cost, chicken performance, and programs of production used in the study.	135



Figure

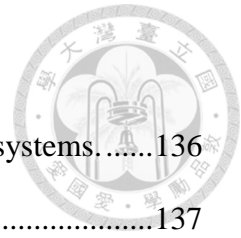


Figure 1	Life Cycle Assessment for different type of egg production systems.....	136
Figure 2	Sources of SPF chicken embryonic eggs in Taiwan.....	137
Figure 3	Biosafety route designed by AHRI.....	138
Figure 4	Monovalent human inactivated flu vaccine examined in 2010-2014.	139
Figure 5	Monovalent avian live vaccine examined in 2010-2014.....	140
Figure 6	Domestic monovalent avian live vaccine examined in 2010-2014.....	141
Figure 7	Monovalent avian inactivated vaccine examined in 2010-2014.	142
Figure 8	Domestic monovalent avian inactivated vaccine examined in 2010-2014.	143
Figure 9	The performance of Hyaline-36 breed layer.....	144
Figure 10	Construction cost of SPF and conventional clean program.	145
Figure 11	Operation cost of SPF and conventional clean program.	146
Figure 12	The NPV of SPF active investment.....	147
Figure 13	The NPV of SPF conserved investment.....	148
Figure 14	The NPV of conventional clean active investment.....	149
Figure 15	The NPV of conventional clean conserved investment.....	150
Figure 16	Sales volume and NPV of SPF programs in 20 years.	151
Figure 17	Sales volume and pricing of SPF programs in 20 years.....	152
Figure 18	Sales volume and NPV of conventional clean programs in 20 years.....	153
Figure 19	Sales volume and pricing of conventional clean programs in 20 years. ...	154

第一章 緒論



第一節 研究背景

根據國家生技醫療產業策進會(簡稱生醫策進會)指出,我國政府倡議發展生技醫療產業已逾二十年,期間致力於推動加強生物技術產業推動方案、兩兆雙星、生技鑽石起飛行動方案等重大政策,但由於缺乏策略性政策與法規配套作業、平台資源與關鍵技術之媒合與整合與規模內需市場等因素,導致國內產業發展困難,且難以吸引國外投資者青睞。迄今我國生醫產業相較韓國、印度、新加坡、中國大陸等新興生醫發展國家,除了漸失先驅優勢,產業實力差距也持續拉大。然而經過十年漫長耕耘,我國生醫製藥在創新研發上屢屢有嶄新突破、且目前全球金融市場資金活絡。故政府應當把握時機,投入政策與體制之全面改革,並引入國際資金與通路資源挹注,才能乘著技術與市場發展之勢,引燃產業發展動能,以兌現生技醫療成為兆元產業的願景(生醫策進會,2007)。

在過去十數年間,生物疫苗產業搖身一變引領全球生技市場發展的新星,銷售額自2000年至2013年間從50億美元成長至240億美元,更可望在2025年達到1000億美元(WHO, 2013)。因此,政府推動疫苗產業除了有利我國防疫需求,更對我國經濟發展有所助益。我國目前僅有1家人用疫苗生產公司為亞洲唯一符合歐洲GMP規範之疫苗廠,目前除了積極擴展產品品項,更積極跨入歐洲、中國市場,未來可望成為全球重要的流感疫苗供應商之一。我國目前動物用疫苗製造商共有11家,以生產經濟動物疫苗為主。經濟動物飼養產業為我國產值逾新台幣1200億元之重要產業,加上全球化貿易衝擊、歐盟藥物殘留與環境汙染管制、國內食品安全等議題,我國畜牧產業正朝向精緻有機的安全飼養模式,因此疫苗接

種也逐漸普及且落實。目前動物疫苗產業在 2013 年行政院生技產業策略諮議委員會(BTC)會議中被列入重點扶植發展之項目之一(林亞歆, 2014)。



目前以胚胎蛋做為生物疫苗製作仍為國內疫苗產業重要之技術，但由於胚胎蛋原料的產量與穩定性管控較不容易，易暴露生產流程與疫苗品質於難以預測的風險(Matthews, 2006)，因為受感染的胚胎蛋除了影響疫苗毒株的生產效率外，也會對施打的人體或動物產生健康的危害。儘管國內目前已有公營與民間單位生產並供應胚胎蛋作為疫苗生產原料，但由於我國尚未對兩種等級之胚胎蛋進行確切的定義規範與主動的監督管理因而衍生出胚胎蛋規格、品質、供應能力不一等問題有待解決。除了規範與監督外，在實驗動物的硬體設施、技術文件、生物安全、動物福祉、知識交流平台等方面也需要進一步強化。

第二節 研究目的

本論文之研究動機乃為針對生醫策進會對於「台灣生技醫療產業總體檢」所提出之「體制面」、「資源面」、「法規面」構面及議題進行之檢討，希望能參考國際相關規範並酌情我國產業條件，建立具有實行性且符合國際規範之生醫用雞胚胎蛋生產模式鼓勵民間投資，並探討政府可對產業提供協助的方向。

然而依據胚胎蛋含帶微生物之狀態可細分為數種飼養模式和規格標準，除了造成投資條件和經營風險之差異，更直接影響疫苗產業需求意願。因此，本研究也將分別針對不同等級之生產模式進行探討，對不同等級生產模式的成本效益進行評估，除了探討對決策者投資之經濟效率外，更希望了解實行生產計畫後，對產業與社會之影響。

第三節 研究方法



本研究的研究主軸為成本效益分析，分析的方法參考國際經濟合作暨發展組織(Organization for Economic Co-operation and Development, OECD)提出的成本效益分析流程。首先建立決策架構，針對現況問題提出解決方案，參考國內外法規與文獻並酌情我國產業現況以建立解決方案之實行方法，並個別分析其成本與效益架構，選用淨現值做為經濟效益之評估標準，檢視投資人於研究期間的投資效益。而除了傳統定時、定性、限制變因的量化投資效益分析，本研究也使用情境分析方法，探討在不同關鍵趨勢變因變動之下，整體計畫經濟效益之影響性，以取得系統性與合理的趨勢敏感性變測。最後透過 Kaldor-Hick's 效率分析的方式，檢視整體利益相關者與產業受到此計畫之影響。各工作項目與研究方法如以下介紹。

1. 建立決策架構

決策架構之目的，乃為提供本研究一個系統性的流程架構，透過不同階段的探討與評估，提出最客觀之決策結果。決策架構之建立，參考國際間常用的成本效益分析步驟。首先定義現況欲解決問題，接著提出可能之解決方案，釐清決策相關因素並訂定決策評估之關鍵指標。

2. 建立生醫用雞胚胎蛋生產模式

提出可能的解決方案後，本研究將探討並定義解決方案之詳細內容。除了有利於成本與效益之具體評估，更提供實際從事生產計劃之參考。生醫用雞胚胎蛋生產模式的建立，將從文獻的探討中，了解並遵循台灣與美國、歐盟的相關規範與指引，並援引我國過去實驗動物房設置之實務文獻經驗建立，並根據含帶

微生物狀態之標準分類為 SPF 等級與清淨等級兩種模式，本研究將分別於建造計畫與生產計畫中詳細探討硬體設施的規格與飼養管理的方針，並依據不同等級建立建造與營運成本的預測模型。



3. 成本效益分析

接著，根據不同生產模式的特性蒐集成本資料，並預測計畫所產生的效益，將兩者轉換成統一的貨幣單位。將預期的成本與效益折現後得到投資決策者與利益新觀者的淨現值(Net present value, NPV)。並以情境敏感度分析法探討變項在不同情境預期下，對經濟效率之相關性與影響程度，以了解投資之潛在風險與環境趨勢。

4. 評價不同等級生產模式

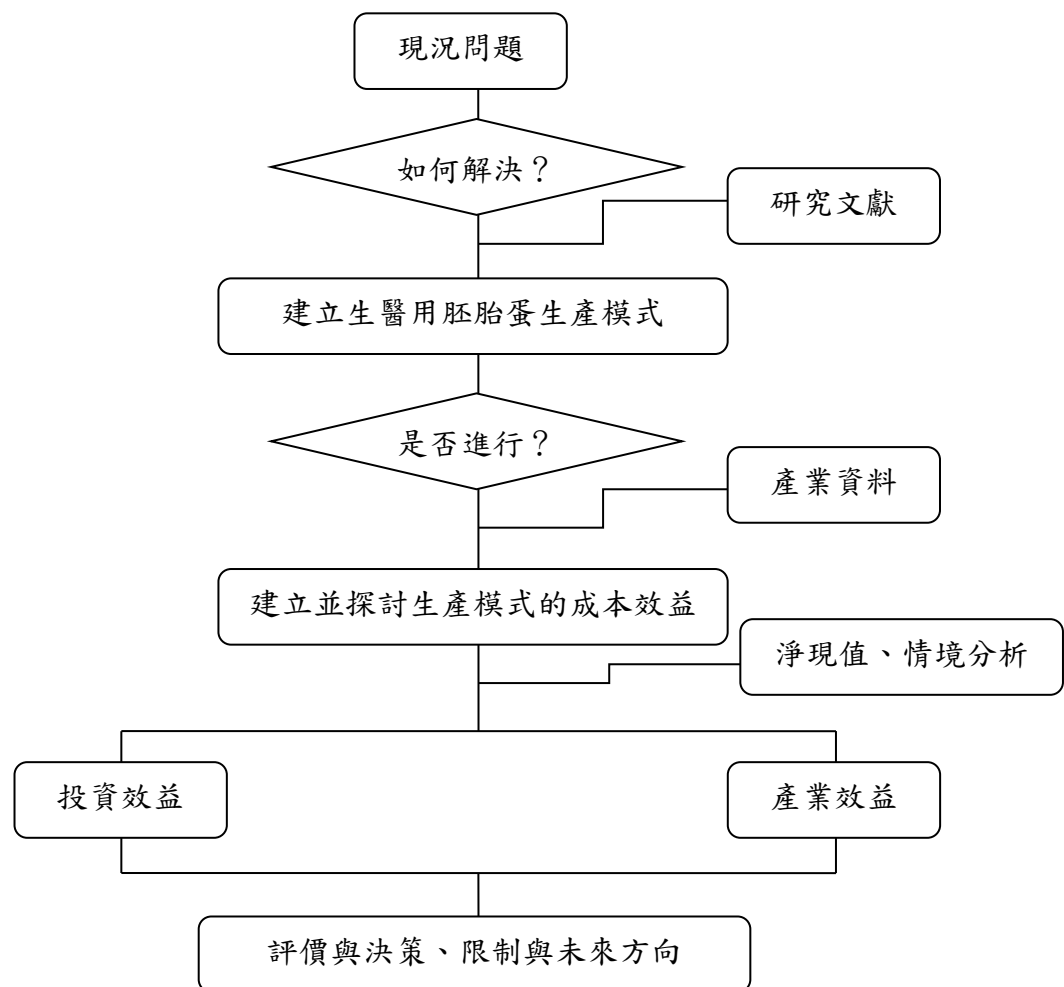
以福利經濟學的原則對生醫用雞胚胎蛋不同生產模式的計畫進行評量，分析實行後對於所有權益人直接影響的利益或損失情形，並探討不同權益人可能之觀點。最後，依據 Kaldor-Hick's 補償原則提出補償方案，達成社會福利之狀態。

第四節 本文架構

本文將各別研究方法步驟流程分為六大章節。各章節之內容分述其下。

1. 第一章為緒論，分別為對本研究之背景、目的、方法、章節安排進行介紹。
2. 第二章為文獻探討，分別探討胚胎蛋在疫苗製作上的技術沿革、成本效益基礎理論與相關產業以成本效益作為研究的歷史文獻。
3. 第三章為生醫用胚胎蛋產業現況，本章將介紹生醫用胚胎蛋生產之規範與認證、應用於疫苗之市場與國內近年供應與需求之狀況。

4. 第四章為建立並探討生產模式之成本效益，內容依序為建立決策架構，之後根據決策架構建立不同等級之生醫用胚胎蛋生產模式，進而探討其成本與效益預估模型，並進行分析。
5. 第五章為分析並評價生產模式之成本效益，為計算解決方案對決策者與產業經濟性進行的分析結果，並根據結果提出本研究的評價與決策建議。最後界定本研究的限制並期許未來的研究方向。
6. 第六章為結論，目的為根據前五章節進行的資料收集、模式建立、成本效益分析、決策評價建議進行整合性的總結。



研究架構

第二章 文獻探討



第一節 胚胎蛋源疫苗技術

使用胚胎蛋作為病毒增殖培養的技術由 Burnet 在 1933 年先以活體受精胚胎蛋接種流感病毒並成功大量增殖(Burnet, 1933)，往後廣泛應用於疱疹病毒、正黏液病毒、副黏液病毒、痘病毒等活毒或死毒疫苗的生產技術，並開發為多種人用疫苗(Habel, 1945)與動物用疫苗。由於原料項目單純、操作技術簡易且產品品質穩定，因此，以胚胎蛋做為疫苗製作平台的工藝技術至今仍多為產業所應用(Sheridan, 2005)。

活體之胚胎蛋可以製造活毒與死毒疫苗。各種病原分別有其適合的胚蛋日齡、接種位置與培養溫度。整個蛋源疫苗的製作流程在經過蛋內接種培養並收取病毒、進行純化並根據疫苗種類進行加工。活毒疫苗將純化病毒液進行配苗，加入保護劑後凍乾並封緘。死毒疫苗則要將純化病毒液進行去活化、配苗、加入佐劑乳化後封緘而成。製作完成的疫苗經由一系列檢驗測試與查驗登記的程序便可以上市進行銷售(Matthews, 2006)。

胚胎蛋源疫苗最大的優勢在於其快速的病毒增殖速率(Tree *et al.*, 2001)與臨床上使用之效果。2010 和 2009 年的研究顯示，施打胚胎蛋源滅活流感疫苗者平均得到流感的比例較施打細胞滅活流感疫苗者少、副作用也較輕微(Frey *et al.*, 2010)，同時在血液中也有較高的保護力(Reisinger *et al.*, 2009)。但對細胞培養技術而言，以胚胎蛋製作疫苗的相對成本較高，且蛋品本身可能有病原污染或致過敏之風險。

第二節 成本效益分析理論



現今成本效益的分析已廣泛應於公共政策、公共投資、公共醫療衛生等領域，作為執政者或主管機關行政決策之重要依據(OECD, 2006)。歷史上首先將公共決策以成本效益分析方法評價者為美國聯邦政府水利署，Gallatin 在 1808 年所進行的水利政策評估報告開啟往後以成本效益評估之濫觴(Hanley and Spash, 1993)。直到二次世界大戰後，由於政府面臨經濟拮据之情況，所有公共政策與投資的效率都被嚴格的探討與考量，成本效益分析方法遂與福利經濟學理論進行結合，奠定了後代成本效益分析方法的基礎。

成本效益分析之基礎為福利經濟學(Welfare Economics)，福利經濟學屬於個體經濟學(Microeconomy)研究方法之一，是對於實證經濟學所提供的現實條件或未來趨勢進行主觀判斷，嘗試在有限資源的環境中作最有效的分配，最重要的原則是在資源有限的環境裡，在不損害任何人的權益之前提下，對公眾進行最公平有效的資源分配，以達成最優的社會福利效率為目標。當分配過程中有團體因權益受損而無法達到帕累托最適狀態(Pareto Efficiency)，則需視權利之益(損)分布情形對損失者進行適當的補償，以達成福利經濟之市場效益。抑或使用次優理論，調整經濟方案中某些變項使分配結果達到最公平福利之效率狀態。福利經濟學的研究歷史可追溯至 Smith 於 1776 年發表的國富論(The Wealth of Nations)與 Bentham 於 1789 年提出的功利主義理論(Utilitarianism)。

公共決策或規模型計劃為達成社會或團體最高的總體效益，故必須將資源進行有效分配以將權益受損者比例盡可能減低。然而由於牽涉利益相關者眾多，利益相關者彼此關係複雜難以兼顧，因此福利經濟學歷經傳統與現代流派之漫長演

進史，逐漸朝向最中立而平衡的目標發展。傳統福利經濟學由 Pigou 於 1912 年首先提出，認為福利的定義是享受與心靈滿足的反應，而社會的經濟福利則是建立在眾人福利的累積之上，且國民收入分配應均等化。而在 Pigou 之後又有許多經濟學者進行補充和修改，其中以 Pareto 於 1906 年提出之帕累托最適原則(Pareto Efficiency)影響最為深遠，成為往後福利經濟學的重要理論核心，Pareto 認為個體的效用彼此獨立無法相加減，因此所謂的社會福利就是在不損失他人權益的條件下，盡可能增加個人的效用。

經濟學者發現，任何經濟變動都可能導致福利的分配情形改變，亦即有人獲利便會有人損失，無法達成帕累托最適狀態。因此 Kaldor 於 1939 年提出了補償原則，認為社會福利之增加是建立在當得利者對損失者進行補償後仍得利的狀態。然而卡爾多的補償原則在現實生活中並無法實現，所以 Hicks 便改良了卡爾多的假想補償原則，認為透過整體生產效率的提高，長久下來原本的損失者也終將獲得補償，因此整體社會福利終將提升。爾後經過 Scitovsky、Little 和 Samuelson 等人的評論和修改，建立了以卡爾多－希克斯補償機制為評斷帕累托最適狀態的方法。然而，Bergso 於 1938 年提出的社會福利函數(Social Welfare Function)與 Arrows(1951)提出的不可能理論(Impossibility Theorem)卻揭示了以上的補償假設之不存在。因此，Lipsey 與 Lancaster 於 1956 年創立了次優理論(Second Best Theory)，假若市場在失靈的情況下無法符合帕累托最適狀態，則可剔除部分干擾變項使次優狀態更符合帕累托最適效率。

成本效益分析自 19 世紀開始做為公共決策之評估方法以來，已廣泛使用於公共政策、計畫投資、醫療護理等諸多領域。儘管不脫離個體經濟學與福利經濟之範疇，各種領域仍根據其評估的內容而有不同的進行步驟與架構，以下整理不同

領域常用之成本分析架構，按其發表年份分列如下。



1. Cost-Benefit Analysis and the Environment. (Hanley and Spash, 1993)

本書由英國 Glasgow 大學環境經濟教授 Hanley 與英國 Abderdeen 大學農業林業學系主任 Spash 所著，目的為提供應用於環境經營的成本效益分析方法，並舉出實例分析作為參考。因成本效益分析方法眾多，且各方意見紛歧，故本書提供一個較為通用的架構，分別條列如下。

- (1) 定義計畫(政策)假設。
- (2) 定義計畫(政策)造成的影響。
- (3) 選擇具有經濟影響性之影響進行探討。
- (4) 將影響程度數量化。
- (5) 將影響程度貨幣化。
- (6) 將貨幣化之成本與效益折現。
- (7) 計算計劃實行後之淨現值。
- (8) 敏感度分析。

2. The Stages of a Practical Cost-benefit Analysis. (Organization for Economic Co-Operation and Development, 2006a)

本文於經濟合作暨發展組織(OECD)所編之 Cost-Benefit Analysis and the Environment: Recent Developments 中，該組織為全球 34 個國家政府共同組成的國際經濟交流協進組織。本書提供成本效益分析最新的概念和方法的發展，並深入探討其永續性與公平性，關於本文之成本效益分析步驟條列如下。

- (1) 定義計畫(政策)內容。
- (2) 檢視是否有其他替代方案。



- (3) 計算計畫(政策)對全體社會造成的淨成本／淨效益值。
- (4) 探討計畫(政策)對所有影響到的人帶來的權益益(損)情況，並把時間價值納入考量。
- (5) 探討計畫(政策)對個別權益人所造成的淨成本／淨效益值分布情況。

3. Methods for the economic evaluation of health care programmes 3th edition.
(Adamiak, 2006; Drummond et al.)

本書由美國紐約大學健康經濟學教授 Drummond 所編著，為多年來使用於全球醫療與照護產業經濟評價標準參考之教科書。本書藉由建立統一的步驟架構，以全面適用於各種醫護領域、藥物經濟計畫之成本效益經濟性，並根據各個步驟反覆檢視其可行性與公平公正性，關於本書之成本效益報告呈現方法分列於下。

- (1) 陳述問題現況與環境背景。
- (2) 定義分析觀點。
- (3) 解釋分析方法的選擇理由。
- (4) 定義被分析的群體。
- (5) 設定比較方案。
- (6) 說明資料與數據來源與品質。
- (7) 計算成本。
- (8) 計算經濟效益。
- (9) 將成本與效益根據時間價值折現。
- (10) 探討不確定因素與風險。
- (11) 以增量分析法(Incremental Analysis)分析成本與效益。

(12) 統整分析結果並探討研究限制。



第三節 產業相關研究文獻

本章將分別針對家禽畜牧、疫苗領域相關之研究文獻進行探討，以了解成本效益研究如何應用於相關之產業領域。研究結果整理如下。

1. Ecological and economic evaluation of Dutch egg production systems. (Dekker *et al.*, 2011)

鑒於歐盟(Europe Union)為維護動物福利問題而提出「產蛋雞隻不得以巴達力籠(Battery Cage)飼養」之禁令，Dekker 等人便針對傳統巴達力籠、單層／多層次倉式籠、單層／多層次放養系統與單層／多層次有機系統共 7 種不同蛋雞籠飼型態進行「生態性」與「經濟性」之研究。本研究選擇以荷蘭地區作為評估目標，並蒐集地區資料以建立分析系統。結果可得知，對對生態影響最小者為有機系統與倉式系統，對農場最具有經濟性者有機系統與放養系統。

籠飼型態的生態性研究以「生命週期法(Life Cycle Assessment, LCA)」，分別評估不同籠飼型態造成的全球暖化指數、能源消耗指數、土地占用性、石化能源消耗指數、酸化指數、氮消耗指數、磷消耗指數、氮供給指數、磷供給指數，共 9 項指數。並比較不同新式環保籠飼型態之間氮磷消耗的情形。LCA 是一種探討產品在生產過程中對環境影響的情形。本研究將雞蛋的生產鏈分為，墊料與排泄物、雛中雞、產蛋雞，與輸入產出之間的轉移共四個子系統，並定義子系統內可以進行完整生產作業的「功能單位(Functional Unit,

FU)」。將製程中影響環境的 9 項指數代入功能單位模型，最後得到生產每公斤雞蛋所影響的環境指數。結果得知，全球暖化指數、能源消耗指數、石化能源消耗指數、氮磷供給指數最低者為有機系統，土地占用性、酸化指數最低者為倉式系統。產蛋雞飼養的生命週期法評估系統於 Figure 1 所示。

籠飼型態的經濟性評估以「農場淨收入(Net Farm Income, NFI) 的方法計算不同籠飼型態為雞農貢獻的獲利能力。NFI 計算的方式為總獲利(蛋雞場的收入來源為銷售雞蛋與母雞)減去總成本(飼養雞隻的固定成本與變動成本，變動成本根據飼養規模而定)，不包含人工費用與資產成本。首先將單位母雞貢獻盈利減去單位母雞花費總成本，得到每隻產蛋母雞每輪生產期的毛利率(Gross Margin, GM)。接著求出每全時(Full Time Employee, FTE) 工作年的全部母雞毛利率，減去固定成本(本研究假設每種籠飼型態的投資成本均相同)後得到 NFI。結果得知，每批蛋母雞毛利率決定於雞蛋售價，每全時工作年母雞毛利率決定於飼養效率(多層次優於單層次，放養系統最高，有機系統最低)，固定成本決定於投資金額(有機系統最低，巴達力系統最高)。NFI 為正值者，依據數值高低分別為放養系統與有機系統。NFI 為負值者，根據數值高低分別為巴達力籠與倉式籠。而其中多層次均較單層次系統有較高 NFI。

2. 蛋雞產業經濟效益分析(林仁喜，2006)

由於台灣蛋雞產業過去 20-30 年來，有 90% 農民均採用強制換羽方式延長產蛋期間以降低生產成本，相較於國際育種業者以增加飼料效率做為降低生產成本之策略而有所不同。林便以台灣 6 種品系之產蛋雞生理資料為基礎，探討產蛋雞品系、產蛋雞生長週期、雞舍型態之成本效益分析(Cost-Volume-Profit Analysis, CVP)。結果可得知，高產蛋量品系在中高蛋價時

回收期間最短，利用換羽以增加生產週期的方法將導致回收期間增加，自動化雞舍較傳統雞舍回本時間短。



本研究探討之產蛋雞品系分別為 Hyaline w26、Hyaline w98、ISA White、Dekalb White、Hisex White，共 6 種。產蛋生長週期則分為未進行換羽之第一產蛋週期與進行換羽之第二產蛋週期，分別為 18 - 80 週齡與 18 - 110 週齡。雞舍型態則分為傳統開放式雞舍與自動化雞舍。

本研究之 CVP 分析著重於損益兩平點(Break Even Point, BEP)，藉由產銷水準的預測來了解當總收入能抵銷總成本(無損失、無利潤)時所需要的生產營運時間與銷售收入金額。接著，將資料以 SAS 系統以鄧肯氏多變域測定法(Duncan's New Multiple Range Test)進行一般線性直線分析，分別探討在三種參數(雞蛋價格、雞隻價格、飼料價格)各三個數值變化的變異下，對生產效益的影響。產蛋雞品系分析結果可得知，各品系有其適合的飼養條件與生產表現特性，ISA White 整體而言具有較高的風險報酬。產蛋雞生長週期分析結果可得知，第二產蛋週期由於銷售收入減少幅度大於邊際成本的減少，因此較第一產蛋週期之回本期間為長，且不是所有品種皆適合進行換羽處置。雞舍型態分析結果可得知，自動化雞舍較傳統雞舍有較低變動成本，因此回本時間短，但仍需視變動營業費用而定。

3. Vaccination against pandemic influenza A H1N1v in England. A real-time economic evaluation. (Baguelin *et al.*, 2010)

如何有效率地控制季節性流感疫情爆發一直是各國政府希望解決之問題。Baguelin 等人透過設計一種即時、動態的疫情流行預測模型，評估不同的疫苗接種計畫之經濟效率。本研究以英國為例，英國為歐洲第一個爆發 H1N1

疫情的國家。結果可得知，假設將購買疫苗費用視為沉沒成本(Sunking Cost)，高風險族群的施打計畫可能具有成本有效性，低風險族群的施打計畫成本有效性較低，學齡兒童的施打計畫具有最高成本有效性。



疫情流行預測模型是由 SEIR 系統修改而成，除了感受性族群(S)、潛伏感染族群(E)、感染族群(I)、恢復族群(R)外，本研究並將各族群根據風險性細分為季節性流感風險性子族群、懷孕子族群、非風險性未懷孕子族群，根據年齡由小而大細分為 7 個子族群，根據互動接觸型態分為學期期間與暑假期間。根據國家統計處(ONS) 2008 年統計資料、歐盟模擬經濟評價傳染疾病控制計畫(POLYMOD)、健康保護局(HPA)資料與三種疾病傳播倍數(Multiplication Factor)，可得到夏冬兩季流感疫情爆發的日發生率(Incidence)。

經濟效率的評估方法首先為建立成本效果性研究(Cost-Utility Analysis)，探討不同意苗計畫疫情流行預測模型中的疾病預防成效。接著，根據成本效用性研究(Cost-Effectiveness Analysis)，計算避免 HIV1 感染的每單位質量調整生存年數(Quality-Adjusted Life Year; QALY) 需要花費的折現後成本。根據國家健康與卓越臨床機構(NICE)、國民健康保健署(NIH)、與 2008 年國內物價指數，並設定 3.5% 折現率，得到不同疫苗接種計畫的經濟效率性比較。之後，將不同參數代入模型進行敏感度分析，以了解不同參數對疾病發生率、成本、QALY 之影響。透過回歸方式得到影響成本效用的主要參數，假設為了達成淨效益(Net Value)，每 QALY 之邊際社會願付成本(Marginal Social Willingness to Pay)為 20,000 歐元，將參數與成本效用之間的影響關係繪製成龍捲風圖(Tornado Graph)。經濟效率的分析結果顯示，影響淨效益最大的因素為疾病流行程度，其次分別為每單位 QALY、住院率與費用、流感病例致死

人數。而影響淨效益最大的疫苗計畫則是針對高風險族群進行接種。



第四節 小結

以活體胚胎蛋做為疫苗製作的平台技術行之有年，至今仍為重要之人用與動物用傳統疫苗工藝。除了原料項目單純、操作技術簡易且產品品質穩定，蛋源疫苗最大的優勢在於其快速的病毒增殖速率與臨床上使用之效果。但以胚胎蛋製作疫苗的相對成本較高，且蛋品本身可能有病原汙染與致敏之風險。

本文綜合過去文獻之成本效益分析架構範例，訂定了適合本研究內容之架構。首先為陳述問題與研究動機。再來對計畫進行假設，定義計畫內容、研究期間、分析觀點與相關參數。接著探討不同胚胎蛋生產模式之特性與風險因子、蒐集資料以整理實行所需成本和預期效益。之後再以淨現值方法分析投資之經濟效益，並以情境敏感度分析方式了解各別變項對於前述經濟效益之影響性。最後透過對利益相關者效益的探討確認解決方案是否符合帕累托最適狀態，提出投資決策建議與相關補償方案。

本文將參考上述農業設施、疫苗計畫的成本效益評估研究案例，對生醫用胚胎蛋的營運生產流程建立一個模組化的標準模式，並探討個別組成參數對生產模組的影響性，以此模型進行成本效益之間的分析。不同於上述兩種農業相關的評估案例，本文的成本效益評量不只考慮生產的價值與現金的流量，並考慮投資人投資資金與時間的價值、與對整體社會的影響性。因此在經濟性的評估上，採用淨現值評估整體投資的效率。而在對相關產業影響的評估上，則採用 Kaldor-Hick's 補償原則來了解利益相關者受影響之情形，並對損失者提出補償計畫，以期本生

產計劃能達成最大社會(產業)淨效益，使投資人與國產人用、動物用疫苗產業能互
利共榮，提升我國生技醫藥產業發展與全國疫病防治效力。



第三章 生醫用胚胎蛋產業現況



第一節 生醫用胚胎蛋介紹

生醫用受精胚胎蛋廣泛使用於生物與醫學領域，除了病毒學、免疫學、胚胎學、毒理學等學術實驗研究外，在疫苗製造工業中也是常用的實驗動物材料。

一、 應用領域

生醫用胚胎蛋在疫苗製程與實驗研究的應用型態可分為胚胎蛋、胚胎初始細胞(Primary cell)與幼雛，組成「胚胎蛋—細胞—幼雛」的應用系統。未孵出的胚胎蛋用於疫苗病毒株的純化、毒力確效、病毒量產與疫苗效用檢定。優點除了具有高病毒增殖效率之外，胚胎蛋封閉的蛋殼結構也可避免外來微生物污染，而且收取的病毒培養液不需經由其他化學性處理便可直接加工製成疫苗。從胚胎蛋內取出的初始細胞如胚胎纖維母細胞(CEF)或胚胎腎臟細胞(CEN)則用於疫苗病毒量產。優點除了高病毒繁殖效率之外，可以避免事先繁瑣的細胞培養和維持程序。孵化後的幼雛則用於疫苗安全性與效用的檢定。安全性檢定包含過量投與試驗、病毒株傳播試驗、毒力轉換試驗等。而效用檢定則包含血清力價和攻毒試驗等。

二、 生產規範

儘管具有取得容易與效率高等優點，生醫用胚胎蛋應用系統仍然存在缺點與風險。例如母體垂直傳播病原、蛋殼附著或侵入微生物、操作過程耗費人工且違反動物福祉與等因素，可能造成疫苗污染、環境污染、人員感染、生產效率降低

或違反動物保護法規等風險。因此，各國政府單位透過與學術研究機構共同制訂法律規範與指導原則、授權相關非營利單位以監督和輔導方式，致力維護生醫用胚胎蛋之品質安全與實驗動物福祉。



(一) 歐盟(European Union, EU)

根據歐洲藥典第八版(European Pharmacopoeia 8th Edition, Ph. Eur. 8th Ed)之規範，凡用於疫苗製造或品質確效之雞隻、雞胚胎、細胞組織均必須來自 SPF 雞群。針對 SPF 雞群必須清除的病原項目與檢驗方式如 Table 1，檢驗的微生物項目將根據現有知識與環境發展隨時更新。

SPF 雞群必須經過「預試雞群」與「SPF 雞群」兩階段方能建立。首先，預期作為 SPF 雞群的雞隻必須產自無垂直傳播病原感染的母代群，並通過兩個世代的檢測始成為預試雞群。預試雞群建立後必須遵循本藥典之病原檢驗計劃，經過三個世代的繼代並確效以建立 SPF 雞群。往後新孵育之 SPF 雞隻也必須自 8 週齡起進行相關病原的抽樣檢驗(採檢數量為飼養雞群數量之 5%，最少 10 隻，最多 200 隻)，並在雞隻 12 至 20 週齡間，至少以間隔 4 週的頻率抽檢複驗之。在即將淘汰之雞隻最後一次產蛋後，也必須另行抽樣採檢(採檢數量為飼養雞群數量之 5%，最少 10 隻，最多 200 隻)至少 4 週以確保垂直傳播疾病之完全根除。如果任何檢驗證據顯示有不可檢出之病原汙染，則必須根據本藥典之廢棄規則，且必須重新對生產者的品質管控進行檢討(EDQM, 2013)。

(二) 美國農業部(United States Department of Agriculture, USDA)

根據美國農業部獸醫服務章程第 800.65 號(Veterinary Services Memorandum

NO. 800.65)，供為生物製劑原料之雞隻與胚蛋必須來自未經疫苗免疫且無下列特定病原之健康雞群。特定病原種別與血清型的規範依據字母排序分別為 Avian adenoviruses 第 I 型 血清型 1-12、第 II 型、第 III 型、Avian encephalomyelitis virus(AE)、Avian influenza virus(AI) A 型、Avian reovirus(Reo)、Infectious bronchitis virus(IB) Massachusetts、Connecticut、Arkansas、JMK 株、Infectious bursal disease virus (IBD)、Laryngotracheitis virus(LT)、Lymphoid leukosis virus(LL) A、B、J 亞型、Marek's disease virus(MD)血清型 1、2、3、Newcastle disease virus(NDV)、Reticuloendotheliosis virus(REV)、*Mycoplasma gallisepticum*(MG)、*Mycoplasma synoviae*(MS)、*Salmonella Gallinarum*(SG)、*Salmonella Pullorum*(SP)，與其他 APHIS 定義不適列之微生物。

取得認證之飼養者必須維持上述表列之病原清淨度以符合證明之資格，且有義務在任何疾病爆發之 24 小時內主動向獸醫生物合格檢驗中心(CVB-IC)通報處理，進行本章程規範之廢棄與檢驗回復工作(APHIS, 2011)。

三、 實驗動物管理認證

目前國際間通用之實驗動物管理認證機制為「國際實驗動物管理評鑑與認證協會(Association for Accreditation and Assessment of Laboratory Animal Care International, AAALAC)」建立的實驗動物管理認證系統。根據 AAALAC 之實驗動物生產認證標準，實驗動物管理與使用標準應參考實驗動物管理與使用指南(The Guide for the Care and Use of Laboratory Animals)、農業研究與教學用動物之管理與使用指南(The Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Agricultural Research and Teaching) 與歐洲科學與實驗用脊椎動物保護公約(European

Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and Other Scientific Purposes)。認證申請程序分為文件審查與訪視探勘兩個階段，通過認證之生產管理單位必須每年彙報飼養狀況，並提供相關資料以維持認證狀態。認證的結果與認定方式 Table 2 所示。

其他致力於提升實驗動物管理與福利之國際非營利組織尚有「紐澤西州生醫研究機構(New Jersey Association for Biomedical Research; NJABR)」、「賓夕凡尼亞生醫研究協會(Pennsylvania Society for Biomedical Research)」等。我國則有「中華實驗動物學會」制訂實驗動物管理與使用指南，並提供相關研究與從業人員知識學術與溝通交流之平台。

四、 實驗動物房建立標準

1. 美國國家科學研究委員會(United States National Research Council, NRC)

(1) 實驗動物管理與使用指南(Guide for the Care and Use of Laboratory Animals)

為實驗動物生產與使用的重要基礎指南，除了提供維護動物福祉之飼養與獸醫工作計劃外，也提供重要的功能性空間與環境安全設計建議。其中，第三章針對不同物種提供符合生理特性與動物福祉之微環境參數值，作為飼養計劃與實驗動物房設計之參考。第五章分別針對實驗動物房建立原則、地點、中心化、功能性單位、建築結構、空調系統、耗能、光照、振動與噪音污染、生物安全、特殊作業空間等主題，對實驗動物飼養環境提供理想的建立原則。

(2) 實驗動物管理與使用的職業健康與安全(Occupational Health and Safety in

the Care and Use of Research Animals)

目的為防止人員在實驗動物之飼養與使用的過程中，因環境設計或人員操作不當，導致過敏性、人畜共通疾病傳染性、化學性污染為害。其中，第六章介紹實驗動物管理與使用的職業安全之硬體、軟體要素，並針對實驗動物房設計與營運、保護設施之操作進行建議。



2. 美國國家衛生研究院(United States National Institutes of Health, NIH)


美國國家衛生研究院設計需求手冊(NIH Design Requirements Manual)以法律原則為基礎，並提供規劃設計與施工操作之實務建議，協助建立安全、有效、健康、優化之實驗室施以維護國家衛生安全。本手冊之實驗房建立要求分為行政管理、設計要點、施工特性、外部建物、內部結構、空調系統、自動化生物安全系統、水力、電力、通訊、防火等主題，共十一大章節。

3. 美國動物研究機構(Animal Research Services, ARS)

美國動物研究機構動物設施設計標準(ARS Facilities Design Standards: Animal Facilities)目的是建立利於動物福祉與實驗進行的生產環境，並提供具體的設計標準與規格參考。引用的法源有動物福利法、實驗動物管理與使用指南與美國聯邦建築法規，共分六節介紹實驗動物設施的建立原則與設計。

第二節 國內供應來源

國內疫苗與實驗用胚胎蛋分為「SPF 等級」與「清淨等級」，分別因為受不同生產管理模式、具有不同微生物含帶狀態而有所不同。目前國內 SPF 等級胚胎蛋種類僅有雞胚胎蛋，分別來自國產與進口。而國內目前清淨等級胚胎蛋種類則有



雞、鴨、鵝胚胎蛋，皆來自國產。由於未有明訂之生醫用胚胎蛋生產規範對兩種等級胚胎蛋進行明確區隔，加上國內相關檢測資源尚未足夠，因而使生產者經營維護不易、使用者在出口查驗程序上也較為困難，恐限制國產胚胎蛋在國內與出口銷售的潛力。加上國內目前未對生產與使用生醫用胚胎蛋的行為進行主動管理，因此衍生消費者質疑進而影響施打意願，間接更不利於胚胎蛋業者與疫苗產業發展。再者，由於國內目前尚未對生醫用胚胎蛋產蛋雞隻的飼養導入實驗動物管理規範，因此更不利於接軌國際實驗動物資源系統之建立與強化。

一、 SPF 等級胚胎蛋來源

我國目前 SPF 等級胚胎蛋種類有雞胚胎蛋，過去長期以來由「行政院農業委員會家畜衛生試驗所竹南藥品檢定分所(以下簡稱藥檢分所)」自以中小規模方式少量生產血清陰性雞胚胎蛋，目前年生產量約 12-15 萬枚，主要供給政府單位或學術研究機構、醫院等作為疫苗研發與藥物檢定用途，若分配有餘則配給民間國產疫苗製造商做為疫苗製作與研發使用。根據 2001-2005 統計資料，藥檢分所血清陰性雞胚胎蛋配給比例中，44% 供應家畜衛生試驗所，23% 供給國內研究機關或學校、33% 供應民間疫苗廠商，供應各單位之數量與比例如 Table 3 所示。

儘管藥檢分所生產的血清陰性雞胚胎蛋品質良好且價格合理，但由於生產數量不足與缺乏認證之故，國產疫苗廠商每年仍大量以極高價格進口美國、荷蘭、德國商用 SPF 雞胚胎蛋以維持疫苗量產製程原料與外銷查驗登記所使用，如 Figure 2 所示。自 2014 年底起，民間「X 生物科技股份有限公司(簡稱 X 公司)」開始進行 SPF 等級雞胚胎蛋的量產與供應。



(一) 藥檢分所生產模式

藥檢分所為配合國內藥廠全面實施優良製造規範(Good Manufacturing Practice, GMP)，於 1992 年起開始生產並供應 SPF 雞胚胎蛋與雞隻，成為我國第一個生產 SPF 雞胚胎蛋的單位。藥檢分所於 2008 年分別通過 ISO 9001:2000 產品認證 (QUAL/2008/32833) ISO 9001:2008 產出認證(N2008/32833a)。目前藥檢分所共有 4 棟 SPF 雞舍，分別規劃為為產蛋雞生產用(單元 3、6)與雛雞孵育用(單元 2、5)。各生產單位每年輪舍使用，空舍則進行全面消毒。種原計畫為每五年進行一次種原更新，自國外 SPF 種原公司進口種用雞胚蛋，並自行培育四代產蛋用子代。目前生產用雞舍中產蛋雞隻飼養規模約 600 至 800 羽，以公母比例 1: 10 自然受精方式飼養。飼養計畫為雛雞孵化後，自 5 週齡起每兩個月定期主動監測 15 項病原血清抗體與 2 項疾病臨床症狀，檢驗項目與方法如 Table 4 所示。直到 20 週齡進入產蛋期。SPF 蛋雞飼養全期不施打疫苗、不投予藥物。雞舍的疾病防治策略除了定期監測血清抗體力價外，透過雞隻統進統出、嚴格的生物安全防護、雞舍內 24 小時空調系統維持正壓並裝設 HEPA 高效能過濾網、飼料 γ 射線與甲醛煙燻消毒、飲水 R.O. 逆滲透過濾後煮沸等方式達到良好之生物安全防護成效。飼養單位之生物安全動線規劃如 Figure 3。

(二) X 生技公司生產模式

X 公司由具有國內 SPF 飼養經驗之團隊成立，目前建有 SPF 蛋雞飼養舍一棟，並於 2014 年通過畜牧場營業登記。種原計畫為自國外 SPF 種原公司進口雞胚蛋，並自行以人工育種方式分籠飼養生產產蛋雞。飼養計畫為全場定期主動監測 36 項病原血清抗原抗體，幼雛育成後 21 週齡起進入產蛋期，採自然淘汰方法不迫

使換羽以符合動物福祉。SPF 蛋雞飼養全期不施打疫苗、不投予藥物。雞舍的疾病防治策略有定期監測計劃、雞隻統近統出、嚴格的生物安全防護、雞舍內 24 小時空調系統維持正壓狀態，並裝設 HEPA 高效能過濾網、飼料 γ 射線與甲醛煙燻消毒、飲水 R.O. 逆滲透過濾後煮沸等方式達到良好之生物安全防護成效。檢驗項目與方法如 Table 5 所示。

二、 清淨等級胚胎蛋來源

根據本研究調查資料，目前我國的清淨等級胚胎蛋種類有雞胚胎蛋、鴨胚胎蛋、鵝胚胎蛋，各由民間單位與政府研究單位負責生產。疫苗用清淨等級雞胚胎蛋目前主要由國內蛋種雞場以附帶方式生產，每年平均最高產量可高達 10,000,000 枚以上，皆供應國內疫苗製造商做為疫苗原料。清淨等級鴨胚胎蛋由行政院農業委員會家畜衛生試驗所淡水總所(以下簡稱淡水畜衛所)生產，每年平均最高產量約 5,304 枚，皆供應該所疫苗研究用途。而清淨等級鵝胚胎蛋則由行政院農業委員會畜產試驗所彰化種畜繁殖場(以下簡稱彰化畜繁場)生產，每年平均最高產量約 600 枚，目前供應淡水畜衛所研究使用。國產清淨等級胚胎蛋供應情況如 Table 6。

(一) 蛋種雞場生產模式

目前我國國產清淨等級雞胚胎蛋是由蛋種雞場以附帶方式生產。由疫苗業者與蛋種雞場協議於該場規劃一座清淨蛋種雞舍。清淨蛋種雞舍為密閉式環控雞舍。目前產蛋雞隻飼養規模為 10 萬羽，以公母比例 1: 10 至 1:13 自然受精方式飼養。種原計畫為每自國外種原公司進口雞胚胎蛋，並自行孵育飼養。新孵化雞雛仍維持一般疫苗計畫，然而禁用活毒疫苗。近產蛋期前則停止施打疫苗，並進行符合疫

苗業者需求之疾病檢測。病原清淨度符合標準之雞隻自 20 週齡起進入產蛋期。



(二) 淡水畜衛所生產模式

目前我國國產清淨等級鴨胚胎蛋是由淡水畜衛所生產。目前淡水畜衛所共有 1 棟清淨鴨舍。種原計畫為依據鴨隻產蛋性能進行適當之種原更新，自清淨飼養場選進無目標病原之種用番雛鴨。目前產蛋鴨隻飼養規模為公鴨 35 羽、母鴨 231 羽，以自然受精方式飼養。飼養計畫為每兩個月定期隨機抽檢 20 羽，主動監測病原血清抗體，檢驗項目與方法如 Table 7 所列。清淨雛鴨飼養全期不施打疫苗、不投予藥物。鴨舍的疾病防治策略除了定期監測血清抗體力價外，透過鴨隻統近統出、嚴格的生物安全防護、鴨舍內 24 小時空調系統維持正壓並裝設 HEPA 高效能過濾網、飼料 γ 射線與甲醛煙燻消毒、飲水 R.O. 逆滲透過濾後煮沸等方式達到良好之生物安全防護成效。

(三) 彰化畜繁場生產模式

目前我國國產清淨等級鵝胚胎蛋是由彰化畜繁場生產。目前彰化畜繁場共有 1 棟清淨鵝舍。種原計畫為依據鵝隻產蛋性能進行適當之種原更新，由本場自行繁殖種用鵝胚蛋。目前產蛋鵝隻以公母比例 1: 10-13 自然受精方式飼養。飼養計畫為育成鵝 6 週齡起每季定期隨機抽檢 40% 鵝隻，主動監測病原血清抗體，檢驗項目與方法如 Table 8 所列。清淨雛鵝飼養全期不施打疫苗、不投予藥物。鵝舍的疾病防治策略透過鵝隻統近統出、嚴格的生物安全防護(密閉鵝舍與防鼠圍溝)、鵝舍內定期以 HEPA 高效能過濾網過濾環境氣體等方式達到適當環境控制成效。

第三節 胚胎蛋源疫苗產業




一、 疫苗產業發展趨勢

(一) 人用疫苗產業

在過去十數年間，全球疫苗工業經歷了空前大幅度的成長，銷售額自 2000-2013 年間從 50 億美元成長至 240 億美元(周芳君，2011)。儘管疫苗市場目前仍占整體製藥產業市場之 3%，但隨著疫苗市場銷售額近年平均以 10-15% 之高速增长率快速成長，高於整體製藥產業近兩倍速度，因此被視為未來推動製藥產業的主要引擎之一(Ulmer *et al.*, 2006)。而刺激全球疫苗市場的主因，分別為全球疫苗需求的成長、企業經營型態的改變與技術的進步(Gréco, 2001)。隨著科技的不斷精進與創新，近年來核酸、次單位、免疫治療等新興疫苗技術不斷推陳出新，吸引穩定之政策支持與豐沛之政府民間資金挹注，使疫苗工業更加蓬勃發展。

過去數十年間，我國透過全面提供疫苗接種之計劃政策有效控制許多致命性傳染疾病，如天花、小兒麻痺等。我國預防接種政策是由衛生署(現更名衛福部)傳染病防治諮詢委員會預防接種組(ACIP)根據疾病盛行狀況、疾病負擔、疫苗效益與安全性等資料進行評估，由衛福部疾病管制局擬定政策並編列預算採購之。政府目前每年編列人用疫苗採購所需經費已達 11.7 億元新台幣(疾管局，2013)，以進口為主，2014 年我國疫苗進口總金額約 25.8 億元新台幣。目前已有人用疫苗產品上市的只有一家公司，生產流行性感冒疫苗等 4 種人用疫苗，以內銷為主，但仍積極拓展歐洲、中國市場版圖。2014 年我國人用疫苗總出口金額約達 2.2 千萬元新台幣。

(二) 動物用疫苗產業



全球動物用疫苗產業也受全球糧食與伴侶動物需求之增加、農畜禽藥物殘留相關限制之政策而大幅成長。2013 年全球動物用疫苗市場約 58 億元美金，預計在 2018 年之前將會以年複合成長率 8.1% 的速度，達到 86 億元美金的規模。國內動物疫苗市場以經濟動物為主，每年需求與產值約為 15 億元新台幣，總檢定量每年約 30 億劑。然而目前市場仍然以進口為主，根據台灣經濟研究院資料，國內動物用疫苗總進口總值於 2012 年已超過 10 億新台幣，複合成長率約 16%；而出口值近五年則平均為 3 至 6 千萬新台幣，年複合成長率約 11%，進出口比例約為 30-60% (余祁暉，2013)。目前國內共有 7 家動物疾病用疫苗製造商，分屬公營機構 1 家、法人單位 1 家、已登錄興櫃公司 1 家，其他多屬於中小規模經營之企業。

隨著我國政府自 1982 年起全面實施優良藥品製造規範(GMP)下，我國動物用疫苗製造商莫不投入龐大資本以提升軟硬體設備以通過標準，使產業逐漸邁向國際化(葉俊沐，2010)。然而，由於開放 WTO 農產品進口政策，加上國外原物料成本上漲、國內人工土地成本提高等因素，使支撐動物用疫苗銷售獲利的畜牧產業面臨瓶頸，飼養規模逐年萎縮，減少了國內動物用疫苗內需需求。且國產動物用疫苗目前仍多停留在傳統製作工藝，以生產學名藥為主，毛利較低。加上國內製造商多以傳統中小型規模為主，同業彼此削價競爭激烈，目前僅能多以少量多樣方式生產，導致單位生產成本不易降低(陳添寶，2005)，與進口品項競爭更為困難。此外，政府對國內用藥安全、生態環保與生物安全等規範逐漸嚴格，使國內動物用疫苗廠商面臨臨床試驗、藥證申請、原物料取得、環保維護等程序進行更加困難，經營實屬不易。因此，近幾年國內動物用疫苗廠商逐漸轉向出口外銷策略，拓展東南亞與歐洲市場，以取得較高毛利的銷售優勢。

二、 胚胎蛋源疫苗



活體之胚胎蛋可以製造活毒與死毒疫苗。各種病原分別有其適合的胚蛋日齡、接種位置與培養溫度。整個蛋源疫苗的製作流程在經過蛋內接種與培養病毒後，便會收取病毒、進行純化並根據疫苗種類進行加工。活毒疫苗將純化病毒液進行配苗，加入保護劑後凍乾並封緘。死毒疫苗則要將純化病毒液進行去活化、配苗、加入佐劑乳化後封緘而成。製作完成的疫苗經由一系列檢驗測試與查驗登記的程序便可以上市進行銷售(Matthews, 2006)。目前，可由胚胎蛋或雞纖維母細胞製作之疫苗種類如 Table 9 所列，本研究將針對國產胚胎蛋源疫苗市場進行研究。

(一) 國產人用胚胎蛋源疫苗

國內人用胚胎蛋源疫苗根據抗原的不活化處理分類，目前僅有死毒(不活化)疫苗，僅管種毒之純化與檢定均需要以 SPF 等級胚胎蛋進行，但真正量產製程則已清淨等級胚胎蛋做為原料，因此可由國內疫苗生產劑量來了解國內疫苗產業清淨等級胚胎蛋之需求。目前我國國產人用胚胎蛋源疫苗共有 2 項人用藥品許可證，為季節性流行性感冒死毒疫苗(Influenza Virus Inactivated Vaccine)，為三價疫苗，含 3 種疫苗病毒株(2 種 A 型、1 種 B 型)，因此本研究整理國產各單價疫苗檢定劑量以反映實際的原料需求數量。

1. 死毒疫苗

國產流感死毒疫苗由國內 A 生技公司製造。該公司與衛生署簽訂長期合約，年銷售量約 200-250 萬劑(僅占該公司 10%年產能)，目前另有 3 家進口疫苗業者共同競爭。隨著公費疫苗施打對象擴大，我國流感疫苗需求量也逐年增加，同時國

產流感疫苗也呈現穩定成長趨勢，於 2013 年國產人用流感疫苗檢定劑量達到 43%，超越市占率第二大進口 S 牌流感疫苗近一成，2010-2014 年我國國產與進口人用流感疫苗檢定劑量如 Figure 4 所示。我國尚有多種疫苗未自行生產，且目前 A 生技公司積極進行歐、陸國家藥證查驗申請，顯示國產人用疫苗產業在未來無論內需與外銷市場皆有令人期待的成長潛力。

儘管由年銷售量顯示市場成長潛力，但目前國內消費者對於國產人用流感疫苗之品質與安全性仍有所疑慮。疾病管制署於 2013-2014 年流感季評估結果顯示，流感疫苗對於不分型之流感保護效力為 51%，對於 H3N2 流感保護效力為 71%，對於 A 型流感保護效力為 51%，對 B 型流感保護效力為 34%，因此建議民眾接種流感疫苗以有效預防流感。然而根據 2011 年對臺北市信義區學齡前幼兒家長對政府提供 4-6 歲子女免費接種流感疫苗的意願因素分析顯示，家長願意讓幼兒接種流感疫苗之原因為正值疾病流行季(22%)、疫苗有效安全(21%)及小孩易生病怕被傳染(19%)，不願意之原因則為質疑疫苗安全性(21%)、疫苗負面新聞多(15%)、孩子生病中不宜接種(15%)，顯示消費者對疫苗之安全與信任度仍有待加強，其中對國產品牌信任度仍然是所有廠牌中最差(謝佩娟，2011)。

(二) 動物用胚胎蛋源疫苗

1. 禽用胚胎蛋源疫苗

國內家禽胚胎蛋源疫苗根據抗原的不活化處理分為活毒(減毒)疫苗與死毒(不活化)疫苗，儘管種毒之純化與檢定均需要以 SPF 等級胚胎蛋進行，但真正量產製程則分別使用 SPF 等級與清淨等級胚胎蛋做為原料，因此可由國內疫苗生產劑量來了解國內疫苗產業對不同等級胚胎蛋之需求。國內經濟動物的預防接種策略由

於效率與成本之考量，多使用不同種類病原多價疫苗。目前我國共有 35 項胚胎蛋源活毒疫苗與 23 項胚胎蛋源死毒疫苗之動物用藥品許可證，主要由 10 種不同病毒性病原組成，因此本研究整理國產各單價疫苗檢定劑量以反映實際的原料需求數量。

(1) 活毒疫苗

國內家禽活毒疫苗分別由 7 家國內廠商進行生產銷售。本研究整理 2010-2014 年國產內銷與進口禽用胚胎蛋源活毒疫苗各單價檢定總劑量如 Figure 5 可得知，隨著國內家禽產業飼養羽數縮減，國內國產或進口疫苗需求均下降，疫苗總檢定劑量之年複合增長率為-1.12%。其中，國產內銷疫苗市占率為 10.09%，總劑量之年複合增長率為-20.68%、進口疫苗總劑量之年複合增長率為-2.71%，顯示僅管家禽在養羽數減少，國產內銷疫苗仍有極大幅度下降。

根據 Figure 6 之 2010-2014 年國產家禽活毒內銷與外銷疫苗各單價檢定總劑量可發現，僅管國產內銷疫苗較進口有極大幅度下降，然而 2010-2014 年國產內、外銷疫苗總生產劑數年複合增長率不只沒有下降，反而增加至 5.19%，且國產家禽胚胎蛋源疫苗內銷比例近 4 年間由 100%下降至 56%，故推測與出口外銷策略有關。根據產業訪談，由於疫苗銷售利潤較高，國內家禽疫苗製造廠商近幾年多將業務轉向歐洲與東南亞畜禽市場。由於藥證申請作業必須配合外銷國家規定，故業者願意使用品質優良、具有國際公信力但較高單價的原料以符合查驗程序。然而，由於過度仰賴國外胚胎蛋原料供應商、且國內對於生物性材料進口關務檢驗程序繁冗，因此國產疫苗業者仍時常面臨原料管理與使用不便。

(2) 死毒疫苗

國內家禽活毒疫苗分別由 7 家國內廠商進行生產銷售。本研究整理 2010-2014


年國產內銷與進口禽用胚胎蛋源死毒疫苗各單價檢定總劑量如 Figure 7 可得知，隨著國內家禽產業飼養羽數縮減，國內國產或進口疫苗需求均下降，疫苗總檢定劑量之年複合增長率為-1.33%。其中，國產內銷疫苗市占率為 34.72%，總劑量之年複合增長率為-14.64%、進口疫苗總劑量之年複合增長率為-1.43%，顯示僅管家禽在養羽數減少，國產內銷疫苗較進口疫苗仍有極大幅度下降。

根據 Figure 8 之 2010-2014 年國產家禽死毒內銷與外銷疫苗各單價檢定總劑量可發現，僅管國產內銷疫苗較進口有極大幅度下降，然而 2010-2014 年國產內、外銷疫苗總生產劑數年複合增長率僅小幅度下降至-1.14%，且國產家禽胚胎蛋源疫苗外銷比例近 4 年間由 4.49% 上升至 51.31%，故推測與出口外銷策略有關。根據產業訪談，由於疫苗銷售利潤較高，國內家禽疫苗製造廠商近幾年多將業務轉向歐洲與東南亞畜禽市場。然而目前國內死毒疫苗廠商多與民間蛋(種)雞場以附帶式契約化供應，生產清淨等級疫苗用胚胎蛋之雞舍與一般商用蛋雞舍毗鄰而建，造成疾病防疫與維護上的困難。

第四節 小結

「受精胚胎蛋」廣泛使用於病毒學、免疫學、胚胎學、毒理學、疫苗製造工程等生物與醫學領域。胚胎蛋根據應用的型態可分為未孵出胚胎蛋、胚胎初始細胞(Primary cell)與幼雛，組成「胚蛋—細胞—幼雛」的應用系統，儘管取得容易且病原增殖效率高，此應用系統仍然存在微生物污染、環境污染、人員感染、生產效率降低且違反動物保護法規等風險。

針對生醫用胚胎蛋之國際通用規範主要有歐盟制訂的歐洲藥典第八版與美國



農業部制定的獸醫服務章程第 800.65 號，分別對 SPF 雞群建立與維持計畫進行規範。國際間通用之實驗動物管理認證機制為國際實驗動物管理評鑑與認證協會建立的實驗動物管理認證系統。其他致力於提升實驗動物管理與福利之國際非營利組織尚有「紐澤西州生醫研究機構」、「賓夕凡尼亞生醫研究協會」等。我國則有「中華實驗動物學會」制訂實驗動物管理與使用指南，並提供相關研究與從業人員知識學術與溝通交流之平台。

其他關於實驗動物飼養與管理之重要指南尚有美國國家科學研究委員會制定的實驗動物管理與使用指南、實驗動物管理與使用的職業健康與安全、美國國家衛生研究院制訂的美國國家衛生研究院設計需求手冊、美國動物研究機構制定的美國動物研究機構動物設施設計標準。

因此，本研究希望以歐洲藥典第八版與獸醫服務章程第 800.65 號為基礎，並以通過實驗動物管理認證系統為目標，援引國際間實驗動物建立指導原則並參考我國產業現況，尋求最適合我國發展之生醫用胚胎蛋生產模式並評估生產模式建立之成本效益與對福利經濟之影響性。

第四章 建立並探討生產模式之成本效益



第一節 建立決策架構

一、 欲解決問題

1. 生醫用胚胎蛋生產規範不明

微生物的清淨狀態對胚胎蛋疫苗生產平台影響甚鉅，除了影響病毒增殖效率，更潛在其他病原污染的風險。然而我國仍尚未對前述微生物管理標準進行規範，因此目前國內生醫用胚胎蛋生產單位(業者)仍無明確的參考引用規範標準，亦無國際實驗動物認證之準備。除了降低國產疫苗製造商使用意願，更不利於未來對外出口銷售策略。

2. 生醫用胚胎蛋之供應與需求不平衡

我國過去由藥檢分所生產的血清陰性雞胚胎蛋由於生產數量不足與缺乏認證之故，國產疫苗廠商每年仍大量以極高價格進口 SPF 雞胚胎蛋，而國內目前民間生產業者又因符合規範之胚胎蛋之生產成本極高，價格因此因此無法對進口品項取得絕對價格優勢。

二、 解決方案

為了解決疫苗用胚胎蛋「生產規範不明」與「供需不平衡」之問題，本研究希望參考國際規範與認證標準、國內實驗動物相關準則與國內畜牧營業相關法規，建立可規模化之生醫用雞胚胎蛋生產模式，提供我國訂定生產規範時之參考。同時本研究將針對此生醫用雞胚胎蛋生產模式進行成本效益的評估，除了考量決

策者投資的資金運用效率，也進行對產業生態經濟性影響之探討。

生產模式根據雞胚胎蛋的微生物清淨狀態而分類，本研究將分別探討「SPF等級」與「清淨等級」兩種不同規格的雞胚胎蛋生產模式。由於實驗動物之飼養投資成本龐大，且密集飼養將提高生物安全危害之風險，因此若同時進行不同的飼養模式將導致資本支出過多，並且大幅提高經營風險。除此之外，也不易評估各別模式並相互比較其特性與成本效益。因此，本研究將依據不同等級之生產模式進行分類，。透過呈現不同模式之投資需求、預期獲利能力和風險因素，希望提供決策者選擇方案的比較建議。

三、 決策因素

生醫用雞胚胎蛋生產計劃之可行性除了受國家相關政策與法規之限制，亦受到利益相關者與最終決策者所影響。儘管生產計劃由決策者決定是否投資，然而若利益相關者權益因此承受損失，則該計劃在未來仍然無法達到理想的經濟福利狀態，終將導致社會或產業生態失衡，不利該計劃永續經營。關於本研究相關決策因素的定義假設如下。

1. 利益相關者(Stakeholder)

利益相關者因計畫中成本、效益、轉換之間的分配情形而影響其權益，進而影響計畫之實施成果與永續發展性。本研究之利益相關者，為決策者、國內人用胚胎蛋源疫苗製造商、國內動物用胚胎蛋源疫苗製造商，與其他既有生產生醫用胚胎蛋之單位(簡稱競爭者)。

(1) 決策者(Decision maker)

決策者為利益相關者之一，獨擁有實行計畫之決定權，並參與計畫之投資與

營運。本研究之決策者為投資與營運解決方案之民間業者，且假設不受到政府政策影響其決策。因此，本研究將針對生產模式之投資效率進行評估，並探討相關經營風險，以利決策者進行投資之考量。



2. 研究期間(Period) 與研究地點(Location)

本研究探討本生產計劃於台灣本島區域執行並開始生產胚胎蛋之二十年內(自2015年至2035年間)之預期經濟效益，相關成本價格與折現利率參考國內現價與民國104年央行公告之五大銀行平均基準利率2.88%。

四、 評估指標

1. 解決方案是否具有決策效益

本計劃之經濟效率是由淨現值(Net present value, NPV)決定，在研究期間與地點範圍內，當NPV為正值則視本計劃對投資人或利益相關者符合決策效益。

2. 解決方案是否符合福利經濟原則

本計劃之福利經濟性是根據Kaldor-Hick's補償原則，各別分類出計劃所有影響人在實施計劃後的獲利(損失)情形，如果有任一方在加總後得到損失(負值)的結果，代表本計劃不符合帕累圖最適原則。則應規劃補償方案彌補損失者，或擇以次優方案取代之，以達成社會福利與公共利益之效率。

五、 評估方法

1. 建立生產模式。
2. 探討生產成本與產出效益結構。
3. 根據市場供應與需求評估最適生產規模。



4. 建立預期現金流(Cash Flow, CF)

建立現金流的方法即列出各年度成本支出與收入之項目。計劃支出項目分別為建設成本與營運成本，本研究將建設成本列入計畫第一年之支出項目，營業成本則列入發生年度之支出項目。計劃收入項目則為胚胎蛋銷售收入，列入發生年度之收入項目。相關成本的定價方式參考民國 104 年相關原物料價格與市面平均價格。資產以直線折舊法提列入為該年度更新維護費用，折現利率以平均基準利率 2.88% 為準。

5. 計算預期淨現值(NPV)

NPV 是一種以金錢的時間價值來評價投資方案的數學計算方法，透過將未來的現金流經過折現的方式換算，在同一個時間點的基础衡量金錢的價值以評估未來的現金流減去目前的投資金額後，是否仍能產生獲利。理論上，投資的決策標準為接受 NPV 為正者、拒絕 NPV 為負者，當有多種投資方案同時評估時，應選擇 NPV 較高的方案。關係式如下(OECD, 2006)。

$$NPV = \sum C_t / (1+r)^t - C_0$$

其中 NPV：淨現值(單位：元)

C_t ：每期現金流(單位：元)

C_0 ：投資金額(單位：元)

r：折現率

t：期數(年)

6. 內向型情境分析(Inward Scenario Analysis)

內向型情境分析是根據一定規則規範建構未來可能發生的各種狀況，並討論其中的不確定性(李宜映與林海珍，2009)。本研究採用三至四種情境分析，

分別探討計畫實行後最佳(樂觀)、次之(中等)、最劣(保守)之情況與最佳(樂觀)、次之(中等樂觀)、再次之(中等保守)、最劣(保守)之情況下，關鍵變相之變動性對 NPV 之影響性，以了解投資效益對各變相間之敏感性。情境分析步驟如下。

(1) 定義決策焦點

因本研究投資效益以計畫實行 20 年後整體 NPV 做為評估標準，故本情境分析欲探討 NPV 在不同環境與市場變動下受到之改變。

(2) 決定關鍵決策因素

由 Table 10 衝擊與不確定矩陣，選出高衝擊且高不確定性、高衝擊且中不確定性、中衝擊且高不確定性三群驅力群組中的「胚胎蛋市場需求」、「胚胎蛋銷售數量」、「胚胎蛋價格」作為情境分析的不確定軸面因素。胚胎蛋市場需求來自國內國產疫苗廠商製劑需求，受到國內內銷需求、出口外銷需求、商業策略規劃、法律規範、現有產能現制等因素共同影響，直接決定本計畫之建造規模(現金流出部分)。胚胎蛋銷售數量與胚胎蛋價格則受到其他競爭者價格與國產疫苗廠商成本與策略性考量所影響，直接決定本計畫之銷售金額(現金流入部分)。

(3) 選定情境內容

分別按不確定軸面因素分類，將胚胎蛋現況需求市場需求根據比例轉化為積極、中等積極、中等保守、保守共四種與積極、中等、保守共三種投資規模情境(以胚胎蛋生產規模數量呈現)，並對另外兩種不確定性進行分析。第一，分別以胚胎蛋銷售數量(以生產之胚胎蛋銷售比例呈現)、不同淨現值作為 X 軸與 Y 軸探討不同銷售狀況對投資效益之影響。第二，

分別以不同胚胎蛋銷售數量(以生產之胚胎蛋銷售比例呈現)、胚胎蛋價格作為 X 軸與 Y 軸探討不同銷售狀況對胚胎蛋訂價的限制。以折線圖呈現不確定軸面因素對 NPV 之影響。



(4) 分析決策含義

針對關鍵因素構築 NPV 方程式，並代入三種情境之參數與變相，求取計畫實行 20 年後累積 NPV 之變化狀況並得到影響投資效益最重要的關鍵因素，並可做為決策者未來投資經營之重要考量因素。並根據情境之發生原因與選之不確定因素關聯性影響分析欲達投資效益，如何根據環境情況選擇最好的生產銷售計劃。

7. 計算利益相關人效益

利益相關者之益(損)狀態由貨幣化之成本與效益經過流動與分配所致，分析方是根據計畫流程中，所有發生於利益相關者的成本與效益的流動及分配加總所得。發生於單方利益相關者的無形損失或現金損失經貨幣化轉換後稱之為成本(Cost)，通常成本發生當下會伴隨現金流的轉換，然而因研究範圍的限制未必能鉅細探討。發生於單方利益相關者的效果或現金收益經貨幣化轉換後則稱之為效益(Benefit)。而在兩方利益相關者之間的成本或效益相互交換稱之為轉換(Transfer)。本研究希望了解在本計畫實行期間，利益相關者因計畫而額外發生的成本、效益、轉換經過加總後得到的淨效益變化，評估步驟如下。

(1) 定義利益相關人(Stakeholders)

利益相關人為生醫用胚胎蛋生產模式所重要影響的對象，由於計畫直接與間接牽涉層面可能包含政府機關、決策者、建築廠商、設備廠商、原料廠商、檢驗認證機構、學研機構、疫苗製造商與進口商、一般人民、

農民等，更可能對自然環境、國家經濟等造成程度不一之大小影響。然而發生影響的原因與驅動力量對影響結果未知且極為複雜，因此本研究僅探討生產生醫用胚胎蛋的決策者與其他國內既有的胚胎蛋生產單位(簡稱競爭者)、使用生醫用胚胎蛋作為疫苗生產原料的國內人用胚胎蛋源疫苗製造商與國內禽用胚胎蛋源疫苗製造商，因本計劃受到的影響。

(2) 定義計劃流程

根據計劃中各流程中的發生事件可列出利益相關人因計畫所發生的損失(成本)、交易(轉換)或收穫(效益)，將其貨幣化並進行折現後，其總和即為利益相關者之淨效益。計劃流程與成本、轉換、效益的發生如下。

- A. 決策者購地並建立廠房：發生建造成本。
- B. 開始營運並生產雞胚胎蛋：發生營運成本。
- C. 決策者販售胚胎蛋給胚胎蛋使用者：發生胚胎蛋銷售額轉換。
- D. 國內疫苗製造商採購胚胎蛋做為疫苗原料：發生胚胎蛋銷售額轉換。
- E. 其他生醫用胚胎蛋生產者胚胎蛋銷售下降：減少原銷售效益。
- F. 國內疫苗製造商疫苗製造成本減低：發生使用效益。

(3) 分析利益相關人之益(損)情況

根據成本與轉換的現金流逐年折現並加總後，可得各別利益相關人因計劃執行後的益(損)情況。若結果為正，代表利益相關人因此獲利，若結果為負，代表利益相關人因此損失，應另尋其他補貼方案弭平損失，或擇以次優方案以達福利經濟之公平效率原則。

(4) 分析產業總體益(損)情況

將所有利益相關人之淨效益加總後，可得產業因計劃執行後的益(損)

情況。若結果為正，代表產業因計劃執行而有效益，建議投資；若結果為負，代表產業資源因計劃執行而浪費，不建議投資。



第二節 生產模式特性

本研究之生醫用雞胎蛋生產模式將分為「建造計劃」與「飼養計劃」，共兩部分建立。規劃原則乃遵循我國相關法規，按照符合國際認證的標準建立，並援引國內實驗動物設施建立之相關研究和專家意見，設計最適切與經濟之生醫用雞胎蛋生產計劃原則，提供決策依據與未來執行之參考。

(一) 計劃建立參考依據

我國相關法規與實驗動物管理標準參照中華民國《動物保護法》、中華民國畜牧法《畜牧法》、實驗動物管理與使用指南。國際實驗動物管理認證及標準主要參考 *Ph. Eur. 8th Ed.*、*VS Memorandum NO. 800.65*、*The Guide for the Care and Use of Laboratory Animals*、*The Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Agricultural Research and Teaching*、*European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and Other Scientific Purposes*、*Occupational Health and Safety in the Care and Use of Research Animals*、*NIH Design Requirements Manual*、*ARS Facilities Design Standards: Animal Facilities* 等資料建立。

3Rs 原則(Principles of the 3Rs)是人道實驗動物管理與使用的基本原則，分別由「替代(Replacement)」、「減量(Reduction)」、「精進(Refinement)」三要素共同組成，為多國實驗動物飼養與科學實驗使用之建立基礎。本計劃希望透過品質優良的生

醫用胚胎蛋來達成疫苗與研究的效率，降低胚胎蛋的使用數量來達成「減量」原則。而符合動物福祉的環境與管理計畫除了能使雞隻產蛋效率與品質提升，也能符合良性管理之「精進」原則，達成正向循環。



(二) 生產模式分類

根據 *Ph. Eur. 8th Edition.* 之規範，凡用於疫苗製造或品質確效之雞隻、雞胚胎、細胞組織均必須來自 SPF 雞群。根據美國農業部獸醫服務章程，供為生物製劑原料之雞隻與胚蛋必須來自未經疫苗免疫且無特定病原之健康雞群。WHO 則將人類流感死毒疫苗用雞胚胎蛋訂定了種毒株增殖確效用途的 SPF 等級胚胎蛋，與疫苗量產製程用途的清淨等級雞胚胎蛋，共兩種原料。因此，生醫用胚胎蛋生產計劃應根據疫苗種類、製程與實驗目的之需求分為 SPF 等級與清淨等級兩種不同生產模式。

一、 SPF 等級生產模式特性

(一) 環境規劃

1. 土地

環境規劃首要目標為選擇適合生產與營運之生產基地。生產基地除了必須方便管理作業與交通運輸之進行外，必須有利於生物安全之維護與雞隻生長所需要的環境條件。本研究之土地的考量因素為地點位置與面積大小，土地取得的能力則不在本研究探討範圍。

(1) 地點

生產地點的選擇要素，第一必須符合國內地目用途之規定。土地應依法可做為畜牧設施使用者。同時也需要將特殊地理地形的環境保護規範(如水源保護地或山坡地等)納入考量。第二必須考量生物安全性，SPF 等級之生產基地需要建立在利於疾病防治之地點，故應與一般禽畜飼養場保有一定範圍(3 公里以上)之隔離。第三則希望選擇利於雞隻生長與減少能源耗費的自然環境，理想之雞隻飼養基地應位於向陽背風面，乾燥不易潮濕。不應建立於低窪地或高山，以避免濕氣與風大之情況。

(2) 面積

土地之面積主要涵蓋廠房平面範圍。根據中華民國《畜牧法》第 2 章第 5 條第 2 款，畜牧設施使用之土地面積不超過畜牧場土地總面積 80%。因此，生產基地之面積應至少包含廠房平面面積乘以 120%之大小。

2. 廠房

廠房之定義為工作人員飼育雞隻與從事相關作業之場所，而依據不同清淨等級而有不同建置方式。除了生產與營運之利用效率外，更要將未來修改擴建之可能性納入。根據中華民國《畜牧法》第 2 章第 5 條第 2 款，畜牧場有建築物者應依法領有建築執照。本研究探討範圍分別為廠房結構與生物動線兩大項目，相關規格設計原則如下。

(1) 廠房結構

結構材料的選用除了必須考量抗震穩固性、耐酸侵蝕能力、原料與工程之成本外，更需考量如果將來若有改建之需求，改建工程之難易程度。由於電梯與樓梯之垂直移動將改變廠房內之水平氣流流向，因而提高汙染源擴散之風險，因此廠房以單一層樓層規劃以維護內部氣流清淨度。



(2) 牆面

牆面應採表面平整密合、材質防潮無吸附性、易於清洗之庫板材料。牆面設計應以一體成形之方式減少接縫，且與天花板、地面之交接處也應密合無縫隙，以弧形接角之施作防止藏汙納垢。

(3) 地面

地面同樣應採表面平整密合、材質防潮不易吸附化學物質、易於清洗之建材或表面加附塗料，且要有承受負重與防滑之特性。在飼育室內之地面應有排水坡，使清洗後的地面濕度迅速降低。地面之排水孔蓋應加蓋設計，防止昆蟲動物入侵飼育環境。

(4) 天花板

天花板同樣應採氣密、防潮不易吸附、易於清潔之材質，以一體成形之設計或以密封塗料避免接縫。天花板之夾層內應收納所有管線通路確實密閉，避免明管之暴露。

(5) 門扇

為方便籠架等設備進出，門扇寬度應至少 1.05 公尺、高度應至少 2.1 公尺，材質之選用應以耐撞、防侵蝕、易清潔為要。門上可設置氣密之觀察視窗，門底應設計開弓器或地絞鏈以便在開啟後自動關門，且設有下降門檻以維持氣密度。

(6) 走道

應以利於工作人員與設備移動之設計為原則，走廊寬度應至少為 1.8 至 2.4 公尺，且連絡汙染物產生區域之走道應裝設雙層門，並設計壓力差緩衝區，避免汙染源交叉汙染或外泄。



3. 生物安全動線規劃

(1) 壓力梯度與功能單位

廠房內人員、物品的進出所造成的氣體流動是造成清潔空間與污染空間交叉污染的主因。因此為避免氣流的交叉污染，廠房內應於各功能單位之間建立不同的壓力梯度。透過管控氣流的方向，達到最有效的生物污染安全防治。各功能單位依據清潔的程度分類如 Table 11 所示。壓力梯度差異的建立可藉由密閉之庫板隔間、緩衝區與傳遞箱設計、改變換氣的數量達成，各別空間應具 10-20 帕之靜壓差差異。廠房內依據環境壓力所規劃之生物安全動線與壓力差分布如 Table 12。

4. 設備

(1) 空調系統

雖然標準化實驗動物設施之空調系統常占設備成本 1/3 以上，在運轉時所耗損之能源可達整體設施之 4/5，且維護成本甚高。但由於台灣氣候高溫多濕、早晚溫差變化劇烈，因此提供雞隻穩定之生活環境對其育成與生產效能影響甚大。空調系統功能為恆定溫度、濕度以穩定動物之生理代謝特性，並藉由換氣率、壓力梯度差與高效能微粒濾網系統(High Efficient Particulate Air, HEPA)來維持空氣清淨程度。空調系統出風口除了應避免形成擾流產生污染風險之外，也要防止因配置不當造成換氣壞死區，飼育室內出風口應加裝防護網以預防羽毛堵塞。

(2) 環控系統

為了維護飼養環境之恆定與安全，環控設施分為環境之監控與人員之管制，並以連線方式傳送至電腦系統以利有效率的管理與維護工作。環境監控項目

有室內之溫濕度、壓力與空氣品質，並透過視訊裝置即時傳送雞隻狀況。人員管制系統限制認證之飼育人員出入廠房，以確保雞隻之安全。



(3) 飼育籠舍

為符合動物福祉，籠養蛋雞以自然交配方式受精胚胎蛋。實驗用禽類飼養籠空間需求根據體重而定，且籠舍高度應足夠禽類舒適站立，不同體型雞隻飼養空間需求如 Table 13 說明。雞籠結構由籠架、水槽、食槽組成。材質應選用耐負重、撞擊、酸蝕與不吸附汙物、便利清洗特性之不鏽鋼建造。

(4) 拖糞設備

為避免糞便堆積造成病原孳生與有害氣體濃度增高，籠架底部應設置拖糞裝置，定時清除排泄物和羽毛。此外，考量室內氣流與壓力之維持，拖糞帶連接飼育室之出口處應設置緩衝區避免擾亂室內氣流或帶入汙染物質。最後應於密閉且防水之圍堵空間集合所有飼育舍之排泄物作廢棄處理。

(5) 消毒設備

消毒設施設置之功能為維護用具之清潔與防範飼料與飲水之汙染，主要設施有滅菌釜、煙燻消毒設備、煮沸冷卻裝置等。

(6) 緊急應變設施

緊急應變系統之功能為暫時性維護飼育室空調設備之運作以因應緊急停電等災害狀況，主要設備有不斷電系統與緊急發電機等設備。

(二) 飼育計劃

1. 人員組織

根據中華民國《動物保護》第 2 章第 16 條，進行動物科學應用之機構，應組

成實驗動物照護及使用委員會或小組(以下簡稱照護委員會或小組);由相關人員 3-15 名組成,其中應包括獸醫師或經中央主管機關指定動物實驗管理訓練合格之專業人員。根據中華民國《畜牧法》第 2 章第 9 條,畜牧場應置獸醫師或有特約獸醫師,遇有家畜、家禽發病率達 10% 以上時,獸醫師應於 24 小時內報告當地主管機關。因此,本生產模式之建立應聘請專業訓練之合格獸醫師,負責飼養場所之衛生管理與雞隻疾病採樣送檢工作。

2. SPF 雞群建立與維持

根據 *Ph. Eur. 8th Edition*. 規範,飼養雞群之建立與更新,必須遵照一定之流程與檢驗作業確效後始能成為 SPF 等級雞群,建立計劃如 Table 14 所示。

3. 環境管理

為維護 SPF 等級之飼養空間等級並兼具雞隻適宜之生活條件,必須進行全面的環境管理作業程序,然而影響環境因素繁多,本研究僅針對數項重要的環境因子提出管理方針建議。

(1) 溫度

飼養溫度變化劇烈往往造成動物必須不斷調整體內生理代謝與活動行為以適應環境,不利於雞隻生長健康與產蛋效率。實驗用禽類環境最佳溫度為攝氏 16-27 度(實驗動物管理與使用指南編輯委員會,2010),成雞最適宜的環境溫度為攝氏 18-24 度(許振忠,2009),小雞對溫度敏感,需要加裝保溫裝置防寒,溫度之調整計劃如 Table 15 所示。

(2) 濕度

飼養環境之濕度雖不如溫度影響性之大,但環境過於潮濕除了影響雞隻散熱外,也會增加糞便含水量使有害氣體大量產生,同時高溫高濕環境也有利病

原微生物孳生。一般建議蛋雞飼養環境濕度為 60-65% (許振忠, 2009), 溼度建議調整值如 Table 16 所示。



(3) 換氣量

換氣之效能除了影響雞隻散熱能力、空氣濕度、有害氣體濃度之外, 更能改變室內空間的壓力梯度。雞隻基本換氣需求量計算方式為根據雞隻數量, 乘以每羽每小時所需要通風量, 即為該飼養空間需要的基本通風量。然而除了基本通風需求量, 還需要根據環境之溫濕度、空氣品質與室內壓力維持需求進行調整總通風量, 並額外增加 10-20% 換氣量以彌補氣流阻力與過濾系統之損耗。實驗動物飼育室相對潔淨走道應保持負壓, 而相對戶外則仍為正壓, 且各類型空間之相對壓力差應在 7.5-20 帕之間以維持適宜之環境壓力梯度, 空間區域間的相對壓力差建議值如 Table 17 說明(劉志春, 2013)。

(4) 清淨度

SPF 動物飼養區空氣清淨度應達 100,000 等級, 0.3 微米。飼養區空調可考量採用獨立通風飼養籠(Individual Ventilation Cabinet, IVC), 或採置高效能濾網, 系統內包含風量開關、風管分支與初級濾網、中效率袋濾網與高效能濾網(HEPA), HEPA 具有 99.97 % DOP 之效率。而非飼育區空間建議於外氣空調箱處加裝初級濾網與中效率袋濾網, 空氣清淨度可達 100,000 等級, 無塵室粒狀污染物濃度限制標準如 Table 18 所示(劉志春, 2013)。

(5) 光照

飼養環境的光照過低不利於產蛋效率, 然而光照過於強烈除了耗費過多電力, 更容易引起雞隻啄羽行為。不同階段的雞隻有其適合的環境光照, 小雞適合 5-10 勒克斯, 而產蛋成雞則適合 10 勒克斯(劉志春, 2013)。



(6) 有害氣體

飼養環境中應控制氨氣濃度於 $2 * 10^{-5}$ 以下，二氧化碳濃度不超過 $5 * 10^{-3}$ ，硫化氫濃度不超過 $1 * 10^{-5}$ (劉志春，2013)。

(7) 噪音

建議採經加權後量測綜合噪音值應不超過 65 加權分貝值。人員工作休息區應與動物飼養區分隔，以減低彼此間相互干擾。

二、 清淨等級生產模式特性

(一) 環境規劃

1. 土地

考量生物安全防護與作業便利性，因此，本研究之清淨等級生產基地之地點選擇應比照 SPF 等級之選擇標準，而基地面積之規劃則參酌清淨等級生產舍與作業區域空間。

2. 廠房

傳統式清潔(Clean Conventional Animals, Monitored Animals)動物飼養在較低度衛生與安全的環境，但仍有監控或檢查主要的病原微生物(實驗動物管理與使用指南編輯委員會，2010)。因此本清淨等級生產計劃之廠房主體包含密閉式環控雞舍與作業區。密閉式環控雞舍採負壓式水簾系統、環境條件電腦監控系統設計。作業區則包含飼料儲存區、洗滌區、儲存區、廢棄物儲存區與人員辦公休憩空間。根據畜牧法第二章第五條，畜牧場有建築物者應依法領有建築執照。廠房相關規格設計原則如下。



(1) 主結構

結構材料應考量抗震穩固性、耐酸侵蝕能力、原料與工程之成本、改建工程之難易程度。因此，輕鋼架為適合之外構建材。雞舍屋頂、屋簷則需選擇絕緣效果良好之建材。雞舍應以東西向設計，避免冬季時風扇運作困難。雞舍不可設計太寬太長(60-120 公尺)，避免風速過快。

(2) 水簾幕

水簾幕前端應加設遮蔽用屋簷，以利降溫效率。水簾幕旁應加裝風扇以避免水簾邊端產生負壓死角。簾幕應離地 30-40 公分，接水槽邊緣應設置防水道以防滲漏水，且應與籠舍有一定距離，避免冷空氣直吹向雞群。

(3) 一般簾幕

相對於水簾的降溫效果，一般簾幕的設計目的在於冬季的保溫。冬季氣溫過低時，可以簾幕將雞舍下半部遮蔽，以利於熱空氣的流入，必要時也可使用加熱器升高氣流溫度。

(4) 擋風板

雞舍內部高於 2 公尺的位置應設擋風板，降低室內氣流以利流通。

3. 設備

(1) 風扇

風扇以根據氣溫自動調整運轉效率方式設計，維持雞舍溫度與通風量穩定。水簾幕邊緣應加裝風扇以避免氣流死角。風扇對外開口應設外緣以利廢氣排放。

(2) 環控系統

連線環控設施分為環境之監控與人員之管制，即時傳送環況資訊至飼養人員

管理系統。環境監控項目有室內之溫濕度、壓力與空氣品質，並透過視訊裝置即時傳送雞隻狀況。人員管制系統限制認證之飼育人員出入廠房，以確保雞隻之安全。



(3) 飼育籠舍

籠養蛋雞以自然交配方式公母混合飼養，一般混飼蛋種雞籠尺寸規格多採長 200 公分，寬 97 公分，高 70 公分，底網傾斜約 6 度之設計，共可飼養母雞 20-24 羽，公雞 2 羽，受精率可達 90% 以上。雞籠結構由籠架、水槽、食槽組成。材質應選用耐負重、撞擊、酸蝕與不吸附汙物、便利清洗特性之不鏽鋼建造。

(4) 拖糞設備

為避免糞便堆積造成病原孳生與有害氣體濃度增高，籠架底部應設置拖糞裝置，定時清除排泄物和羽毛。

(5) 消毒設備

消毒用具主要有煙燻消毒設備、煮沸冷卻裝置等。

(6) 緊急應變設施

緊急應變系統之功能為緊急性、暫時性維護風扇與水簾幕之運作，主要有不斷電系統與緊急發電機等設備。

(二) 飼育計畫

1. 人員組織

儘管清淨等級飼養模式未如 SPF 等級嚴謹，然根據中華民國《動物保護法》第 3 章第 16 條，本生產模式也應聘請專業訓練之合格獸醫師，負責飼養場所之衛

生管理與雞隻疾病採樣送檢工作，並組成實驗動物照護及使用小組以進行生產管理之監督。



2. 清淨雞群建立與維持

儘管傳統式清潔動物飼養在較低度衛生與安全的環境，但仍有監控或檢查主要的病原微生物(實驗動物管理與使用指南編輯委員會，2010)。因此清淨雞群之建立應針對國產疫苗業者要求之病原清淨項目進行定期之監控。同時透過換氣量、空氣微粒測定、落菌數測定等方法維持環境之清淨性。

3. 環境管理

為維護清淨等級之飼養空間等級並兼具雞隻適宜之生活條件，必須進行全面的環境管理作業程序，清淨等級之環境管理相較於 SPF 等級為低，因此本節將針對清淨等級與 SPF 等級不同之主要環境管理因素進行介紹。

1. 換氣量

雞隻基本換氣需求量計算方式為根據雞隻數量，乘以每羽每小時所需要通風量，即為該飼養空間需要的基本通風量(劉志春，2013)。然而除了基本通風需求量，還需要根據環境之溫濕度、空氣品質與室內壓力維持需求進行調整總通風量。

2. 清淨度

供應清淨等級飼養環境之進氣潔淨度無特殊要求，然而考慮環境生物安全之維護，仍建議於全外氣空調箱處，以初級過濾及中效率袋濾網濾淨，其送風約達清淨十萬級，並配合定期檢視更新。



三、 風險因素

(一) 疾病爆發，影響清淨度與育成率

1. 原因

- (1) 台灣地區地狹人稠、畜牧場所分布密集，造成疫病容易傳播、撲滅困難。
- (2) 我國位處候鳥冬季遷徙航程，候鳥可能透過空氣、糞便傳播疾病。
- (3) 我國禽畜畜牧產業仍有使用抗生素與藥物之習慣，且環境與生物體內仍有抗藥性菌株被分離，影響不施打疫苗的生醫用產蛋雞隻的疫病防治成效。

2. 解決方案

- (1) 選擇合適場地建立生產基地，應與一般禽畜飼養場保有一定範圍之隔離。且生產基地應位於向陽背風面，乾燥不易潮濕。不應建立於低窪地或高山，以避免濕氣與風大之情況。
- (2) 建立完全密閉之生產廠房，SPF 生產禽舍藉由高效能微粒濾網系統來調整換氣率、壓力梯度差，維持空氣清淨程度。清淨等級生產禽舍藉由初級過濾及(或)中效率袋濾網濾淨，避免空氣媒介疾病之風險。兩種模式同時透過換氣量、空氣微粒測定、落菌數測定等方法維持環境之清淨性。
- (3) 飼養人原應遵循生物防治安全計劃，除了應遵循適當的作業動線、消毒滅菌作業之外，應避免非必要性的禽鳥或野生動物接觸活動。且進入設施前應確保體溫正常無感染流行性感冒之可能。
- (4) 生產雞隻於飼育全程禁用生物疫苗與化學藥物，故應選擇與飼料廠商合作，提供無藥物添加或汙染風險之空白飼料，並經由鈷 60 完全滅菌與表面煙燻消毒處理。若禽舍內出現異常疫情或檢測結果，應遵循一定撲殺通報之標準程

序，並確實進行清場消毒作業。



(二) 缺乏獨立育種能力，仰賴國際種原公司

1. 原因

- (1) 我國缺乏一般及 SPF 等級產蛋雞種原培育關鍵技術，長期以來皆仰賴進口。
- (2) SPF 等集產蛋雞需經一系列清淨程序建立，若以非種原等級雞隻重新繁育，其遺傳生產性能易流失且清淨度維持不易。

2. 解決方案

- (1) 短期仍以進口 SPF 蛋種雞的方式定期更新種原，與國外不同廠商接洽取得穩定之供應能力，避免單一廠商供貨問題，保持產蛋性狀與清淨度之穩定。
- (2) 中期與國外蛋種雞廠商取得授權或使用本地品系，嘗試以人工授精方式自行育種，並培育符合我國生產環境與作業要求之自有 SPF 蛋種雞。
- (3) 長期建立我國 SPF 蛋種雞種原之關鍵技術，建立獨立之 SPF 蛋種雞種原系統。

(三) 維護成本高昂，提高營業風險

1. 原因

- (1) 台灣氣候高溫多濕，不利蛋雞生長與產蛋效率，空調系統必須全時間運轉增加電力耗費。
- (2) 為維護空氣清淨度，必須提高換氣量、裝設空氣過濾系統與人員衛生防護措施，增加電力耗費與耗材更新成本。
- (3) 生醫用產蛋雞以空白飼料餵飼，且需經 60 滅菌，飼料成本取得較高。

2. 解決方案

- (1) 選擇利於雞隻生長與減少能源耗費的自然環境，理想之雞隻飼養基地應位於

向陽背風面，乾燥不易潮濕。不應建立於低窪地或高山，以避免濕氣與風大之情況。



- (2) SPF 飼養房內也可以 IVC 飼養雞隻，減少全棟建物裝設 HEPA 之成本浪費。

(四) 需求不固定性，產量不易控制

1. 原因

- (1) 疫苗製造商批次胚胎蛋需求數量大，但並非全年持續性採購。
- (2) 產蛋雞隻有其產蛋生理周期變化，不宜使用過老雞隻出產之胚胎蛋。
- (3) 受精之胚胎蛋無法銷回一般食用蛋市場。
- (4) 胚胎蛋個體規格與品質變化大，易造成不符規格之汰劣品。

2. 解決方案

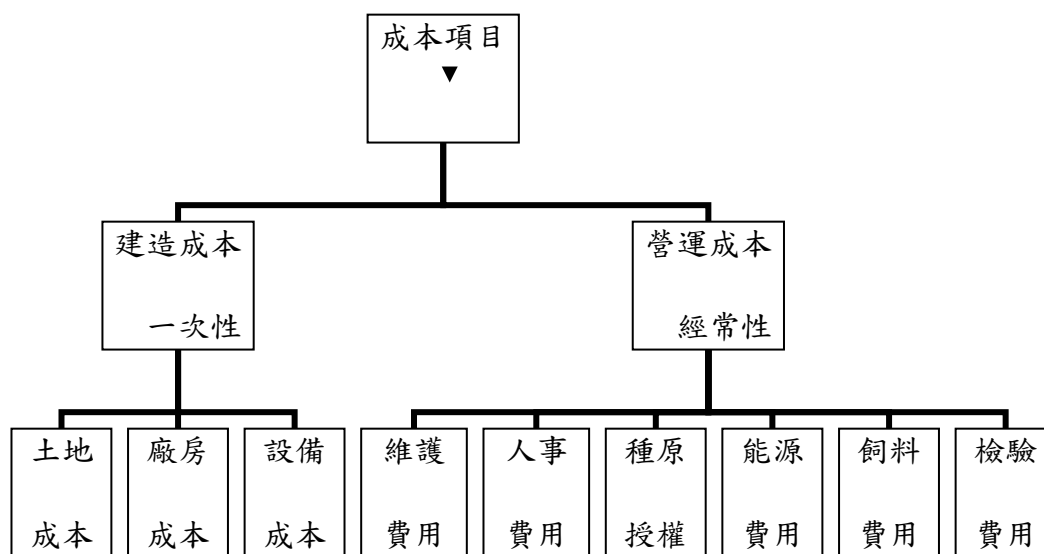
- (1) 與多家疫苗製造商合作，善加利用冷藏倉儲管理，並根據廠商需求將不同規格蛋品分類，避免訂單空窗期與胚胎蛋規格不一導致的生產浪費。
- (2) 為維護動物福祉與健康與整體生產品質與效率，本計劃不考慮換羽。

第三節 生產成本

一、 成本分類

本節將分別探討 SPF 與清淨兩種等級之生醫用胚胎蛋生產計畫成本，並相互比較成本結構。成本根據支出的頻率或發生的次數可分為「建造成本(Capital Cost)」與「營運成本(Operating Cost)」。建造成本指計畫實施的過程中的一次性花費，如

土地的取得、廠房的興建、硬體設備的購置等所產生的費用。營運成本指計畫實施過程中經常性花費，如設備更新維護、人事薪資、水電能源費用、飼料費用、檢驗費用、其他雜支等。本節成本項目參考本章兩種生醫用胚胎蛋生產模式規格並依據建造成本、營運成本分類，並參考文獻、國內市售價格並取得國內產業專家意見進行適當修正建立成本結構，以符合並貼近國內現實情況進行評估。



成本結構

二、 成本結構

(一) 造造成本的組成

造造成本為建立生產基地的「一次性」的工程花費，根據組成項目可分為土地取得成本、廠房興建成本、設備的取得成本，並分別按硬體資產所需之定期維護費用列入營運成本中的維護費用計算。造造成本依據不同生產等級規格要求與

市價估計，以單次建造之新台幣金額作為計算(元/次)。各項建造成本組成項目與計算方式如下：



1. 土地成本

土地之取得成本，與單位土地價格、土地面積成正比例。單位土地價格因不同位置、地形、環境特色而有不同，建議選擇周邊 3 公里範圍內沒有其他禽飼養場之地點。土地之面積根據中華民國《畜牧法》第 2 章第 5 條第 2 款規定，除了廠房平面面積之外，至少需保留 20% 以上之空間，因此為生產廠房面積乘以 1.2。廠房平面面積主要取決於單位雞隻作業空間需求與飼養產蛋雞隻規模，土地成本關係如下，為 1.2 倍的單位土地價格與廠房平面總面積之積。

$$C_L = 1.2 P_L * A_E \quad \text{式(4-1)}$$

其中 C_L ：土地取得成本(單位元)

P_L ：單位土地價格(單位：元/平方公尺)

A_E ：廠房平面面積(單位：平方公尺)

- (1) P_L ：本研究單位土地價格以南投縣集集鎮為例，該地區土地實價登錄近 3 年平均價格約為 7,236 元/平方公尺(資料來源：內政部地政司，查詢日期：2015.6)。
- (2) A_E ：每羽產蛋雞隻需要之地板面積至少為 0.186 平方公尺(實驗動物管理與使用指南編輯委員會，2010)，參考國內廠商 X 對 SPF 飼養廠房功能單位之空間規劃與行政院農業委員會畜牧試驗所畜三股雞舍設計，規劃方示詳如 Table 19 與 Appendix 1 所示。

2. 廠房成本

根據生產等級不同，飼養廠房分別為 SPF 等級之環控密閉飼養舍與清淨等級之環控水簾舍。SPF 等級密閉飼養舍主要由外部 RC 鋼筋混凝土主結構與內部庫板隔間與環氧樹脂地板等結構組成，包含通路管線、天花板、地板等之施工。廠房主體結構成本與面積樓層數有關，內部結構成本與隔間之安排和空調壓力維持系統施作設計有關。清淨等級環控水簾舍則由外部密閉式結構與水簾系統組成，成本與舍內容積和水簾系統設計有關。廠房建造成本關係如下，由主體結構興建費用與廠房平面總面積之積，加上隔間興建費用與內部隔間總面積之積而得。

$$C_B = P_O * A_E + P_I * A_I \quad \text{式(4-2)}$$

其中 C_B ：廠房成本(單位：元)

P_O ：主體結構興建費用(單位：元／平方公尺)

P_I ：隔間興建費用(單位：元／平方公尺)

A_E ：廠房平面面積(單位：平方公尺)

A_I ：內部隔間面積(單位：平方公尺)

- (1) P_O ：根據專家建議，國內 RC 鋼筋混凝土建物造價約 50,000-55,000 元／坪，依據地上與地下樓層面積與建物用途而有所差異。根據行政院農業委員會農業知識入口網資訊，國內水簾雞舍建造成本約為 250-350 元／羽。故假設 SPF 生產模式之 P_O 為 16,616.31 元／平方公尺；清淨生產模式之 P_O 與 P_I 和為 350 元／羽。
- (2) P_I ：根據專家建議，國內無塵室隔間庫板按填充材質分為防火岩棉庫板、耐燃紙蜂巢板與耐燃 PU 庫板，根據外部烤鍍材質分為鍍鋅烤漆鋼板、不銹鋼板、防靜電鋼板、抗菌鋼板等材質，無塵室地板多選用環氧樹脂與

胺基樹脂交鍊硬化鋪設而成，而天花板則多以輕鋼架搭載板材而成，須具有耐燃隔熱、不落粉塵之特性。抗菌耐燃蜂巢庫板工料造價約為 1,500 元／平方公尺，環氧樹脂(Epoxy)地板造價約為 7,000 元／平方公尺，矽酸鈣水泥纖維板造價約為 1,000 元／平方公尺。故可按不同之平面面積與內部隔間形式予以推算。

3. 設備成本

設備分為環境維護設備與飼養作業設備。環境維護設備主要包含環境測量系統、門禁監視系統、空調過濾系統、水機電系統、RO 逆滲透水系統、溫濕度計、空器採樣儀、風除室、傳遞箱、空氣浴塵室、發電機、防雷擊系統、水簾系統、製衣櫃架、洗烘衣機等。飼養作業設備主要包含蛋雞籠舍、飼料設備、孵化箱、自動集蛋與拖糞設施、高溫高壓滅菌設備、烘箱、煙燻消毒櫃、冷藏設備、推車等，按不同生產模式規格而有不同要求。不同生產模式的環境維護設備與飼養作業設備成本主要受廠房內大小、雞隻飼養數量決定。設備成本關係如下，由面積大小相關性設備價格與廠房平面面積之積，加上飼養數量相關性設備價格與雞隻羽數之積，加上固定設備價格而得。

$$C_E = P_E * A_E + P_C * Q_C + P_S \quad \text{式(4-3)}$$

其中 C_E ：設備成本(單位：元)

P_E ：面積大小相關性設備價格(單位：元／平方公尺)

A_E ：廠房平面面積(單位：平方公尺)

P_C ：飼養數量相關性設備價格(單位：元／羽)

Q_C ：雞隻飼養最大數量(單位：羽)

P_S ：固定設備價格(單位：元)



(二) 營運成本的組成

營運成本為進行生產作業「經常性」的經營花費，又可按變化特性分為固定營運成本與變動營運成本，「固定營運成本」乃指無論業務大小每年均相同的支出，如廠房與設備的定期維護與更新費用。而「變動營運成本」則指受飼養規模與業務大小而成線性變動的成本。包含人力費用、能源費用、飼料費用、檢驗委託業務費用、雜支等。營運成本依據不同生產等級規格要求以產業現況價格估計，按每年營運所需新台幣金額作為計算(元/年)。各項營運成本組成項目與計算方式如下。

1. 維護費用

維護費用主要指廠房、設備之保修維護費用。除了年度定期修繕與耗材費用外，於本研究中假設廠房耐用年限為 20 年暫不予拆除重建，而設備平均耐用年限 8 年後則需汰舊換新，故另以直線折舊法計算累計設備攤提更新費用。故維護更新費用的關係如下。

$$C_M = 0.125 C_E + P_M \quad \text{式(4-4)}$$

其中 C_M ：維護費用(單位：元/年)

C_E ：設備成本(單位：元)

P_M ：修繕耗材成本(單位：元/年)

2. 人事費用

人力費用做為負責營運維護生產之從業人員薪餉支出，假設每人力單位包含合格證照獸醫 1 名、專業訓練技術人員 3 名，各等級生產計畫皆有不同人力單位數量需求，可得人事費用關係如下，為每羽人力薪資乘以雞隻數量。

$$C_{HR} = P_{HR} * Q_C$$



其中 C_{HR} ：人事成本(單位：元／年)

P_{HR} ：平均人力薪資(單位：元／年 * 羽)

Q_C ：雞隻數量(單位：羽)

- (1) P_{HR} ：本計畫之從業人員有獸醫師、飼育研究員、會計師等，根據行政院主計總處定義，屬於「專業、科學及技術服務業」之類別，2010-2014年該職業類別的全國平均薪資顯示，每名僱員全年月薪資平均為 55,543.4 元(資料來源：中華民國統計資訊網，查詢日期：2015.6)。由本研究假設每一人力單位需要獸醫 1 名、技術員 3 名，故知平均人力單位薪資為 55,543.4 乘以 12 月乘以 4 人，得 2,666,083.2 元／年。假設每飼養 3,000 羽 SPF 蛋雞與 4,000 羽清淨蛋雞分別需要一人力單位，故可得 SPF 生產模式與清淨生產模式之 P_{HR} 分別為 888.69 與 666.52 元／年 * 羽，且全年任聘規劃不得小於一人事單位。

3. 種原授權費用

種原授權費用為定期更新雞群時所購買的種蛋費用。由於我國尚無自有 SPF 等級與一般清淨等級蛋種雞之育種技術，故須向國外進口種蛋進行孵化。假設每 1 年進行一次種原更新，且採用親代種雞孵化並育成之 100 羽子代蛋雞做為產蛋使用，以避免疾病傳播風險提高。根據畜產經營之蛋雞成本分析，雞雛育成率約 85%、中雞死亡率約 10%(阮喜文，1997)。種原授權費用關係如下，為單位種原授權費用乘上雞隻數量除以 100(即乘以 0.163)而得。

$$C_{BR} = 0.163 P_{BR} * Q_C \quad \text{式(4-6)}$$

其中 C_{BR} ：種原授權成本(單位：元／年)

P_{BR} ：單位種原授權費用(單位：元/羽)

Q_C ：雞隻數量(單位：羽)



4. 能源費用

能源費用為進行雞隻飼育作業所耗費的水電資源費用。根據台灣電力公司高壓用戶用電計價方式，每月應繳電費為基本電費(元/千瓦每月 * 契約容量)與流動電費(元/每度 * 用電度數)之和。另外，根據行政院農業委員會「農業動力用電範圍及標準」第4條，農業動力用電用戶可根據其用電負載率(Load factor)進行基本電費的折免與流動電費補貼。根據台灣自來水公司水費計價方式，每月應繳電費為基本費(元/水表口徑毫公尺)與用水費(元/每度 * 用水度數)之和，依營業稅法相關規定，水電費用均內含5%營業稅。水電費用關係如下，為每羽單位水電費用與羽數之積。

$$C_P = P_P * Q_C \quad \text{式(4-7)}$$

或 $C_P = P_P * A_E \quad \text{式(4-7)}$

其中 C_P ：能源成本(單位：元/年)

P_P ：單位水電費用(單位：元/年 * 羽)

Q_C ：雞隻數量(單位：羽)

- (1) P_{EP} ：參考 X 公司 2014 年 SPF 蛋雞飼養營業費用統計，推算 SPF 模式單位水電費用為 3,625.38 元/平方公尺。根據自動化雞場與傳統式雞場之生產成本之比較，水簾式雞舍夏季電費約 2.50 萬元/甲，冬季電費約 1.25 萬元/甲，故清淨模式單位水電費用為 7.73 元/羽。

5. 飼料費用

飼料費用包含購買飼料與滅菌消毒的費用，與處理後飼料價格、飼養雞隻數

量成正比。由每羽幼雞育成需要飼料 1.058 kg，生產蛋雞需要飼料 0.105 kg/day。飼料費用關係如下，為 1.058 加上 315 日乘以 0.105(即 33.075)得 34.13，再乘以每羽單位處理後飼料價格與羽數之積。



$$C_F = 34.13 P_F * Q_C \quad \text{式(4-8)}$$

其中 C_F ：飼料成本(單位：元／年)

P_F ：單位處理後飼料價格(單位：元／公斤 * 羽)

Q_C ：雞隻數量(單位：羽)

(1) P_F ：參考 X 公司之飼料取得成本與市價，假設未處理蛋雞飼料平均為 12 元／公斤，處理後蛋雞飼料平均為 30 元／公斤。

6. 檢驗費用

雞隻的病原檢驗費用，與單羽檢測費用、雞隻數量成正比。根據歐洲藥典規範，SPF 雞隻病原檢測應以頻率(最多間隔 4 週)與採樣比例(百分之五，最少 10 隻，最多 200 隻)為基準，清淨等級雞隻則無明確規範。檢驗費用關係如下，為單羽每年檢測費用乘以羽數乘以 0.05 採樣比例。

$$C_T = 0.05 P_T * Q_C \quad \text{式(4-9)}$$

其中 C_T ：檢驗成本(單位：元／年)

P_T ：單羽檢測費用(單位：元／年 * 羽)

Q_C ：雞隻數量(單位：羽)

(1) P_T ：單羽檢測費用與每次檢驗的方式與病原種類數量有關，符合歐洲藥典規範之 SPF 雞隻至少需每月檢測 18 種病原與抗體力價，假設清淨等級固定每年檢測 5 種病原之抗體力價，並假設單次檢驗費用平均為 200 元／病原，故可得 SPF 生產模式與清淨生產模式之 P_T 分別為 43,200 元／

羽、1,000 元／羽。



7. 其他費用

其他用於維護生產做業的費用包含年度消防與環境安全維護等相關認證費用、生物性廢汙水處理費用等。

三、 飼養規模

飼養規模的設計取決於決策者希望生產多少生醫用胚胎蛋作為銷售用途。本研究假設在達成供需平衡與經營最大效率前提下，飼養產蛋雞數量應盡可能配合市場之需求，以年度胚胎蛋需求數量做為供應基準，以達到最有效率之生產經營。

欲探討雞隻飼養規模，首先必須先了解蛋雞之生理與產蛋週期，並認知在作業過程中可能導致之損失情況。根據畜產經營之蛋雞成本分析，雛雞育成率約 85%、中雞死亡率約 10%(阮喜文，1997)。種母雞在第 18 週齡時進入種雞舍，至 19-20 週齡起開始產蛋，至 31-32 週齡達到產蛋高峰期，第 32 週後的產蛋量就會開始慢慢下降(Keris, 2009)。商用蛋雞產蛋表現情形如 Figure 9 所示。然而根據 WHO 建議之疫苗技術原則，用來做為疫苗原料之胚胎蛋應產自年輕母雞(WHO, 2005)。除了有效維持胚胎蛋內之清淨度，避免病原垂直傳播外，也能達到控制生產效率、避免強制換羽造成動物緊迫之效。

因此，本研究選擇 21-63 週齡健康母雞所產下之胚胎蛋作為疫苗原料銷售，並假設此段期間平均產蛋率約 80%，受精率約 75%，良率 10%。因此可得知，每羽產蛋成熟母雞於產蛋周期平均產出 162 枚符合銷售標準之活體胚胎蛋。且在符合動物福祉之 1:10 公母飼養比例之情況下，平均每羽雞隻可貢獻 147.27 枚胚胎蛋／年。則可得胚胎蛋數量關係如下，為每羽乘以 147.27 枚產蛋量而得。

$$Q_E = 147.27 Q_C$$

其中 Q_C ：實際飼養雞隻數量(單位：羽)

Q_E ：生醫用胚胎蛋數量(單位：枚)



第四節 產出效益

一、 效益分類

本節將分別探討兩種等級之生醫用胚胎蛋產出效益，根據發生的利益相關者不同可分為「直接效益(Direct Benefit)」與「間接效益(Indirect Benefit)」。直接效益指決策者因執行計劃而取得的內部經濟效益，在本研究為胚胎蛋銷售獲利。

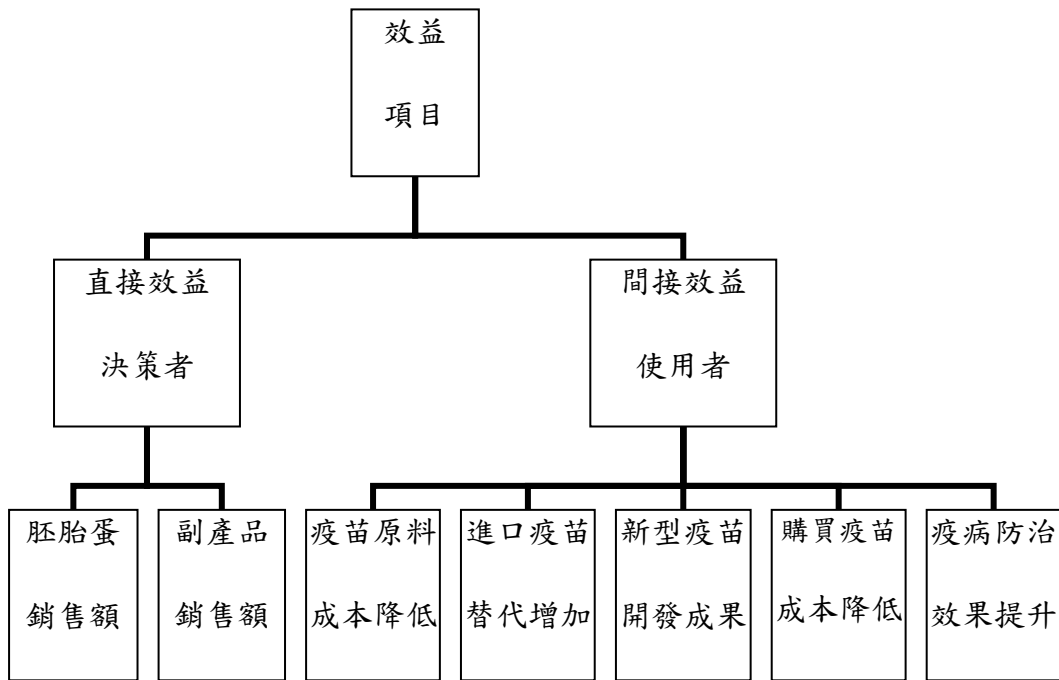
間接效益指排除直接受益者之外其他的外部經濟效益總和，分別有胚胎蛋直接使用者與胚胎蛋間接使用者所獲得的效益。對胚胎蛋使用者而言，政府機關生產的生醫用胚胎蛋儘管價格合理，但數量卻有限，且因優先供應政府學研單位使用之故，供應量也經常處於不穩定狀態。而採購進口生醫用胚胎蛋除了價格昂貴且需要極早排單預訂之外，更必須承擔空運、關務作業等未知風險，導致整個實驗過程與產期均受到極大限制，付出極高的機會成本。

假設本生產模式可以低於進口品項之售價與穩定即時的供應系統，提供高品質、符合認證與藥品登記程序之雞胚胎蛋，胚胎蛋使用者便能以較低成本進行疫苗之製造或研發，並得到與進口品項相同實驗結果。透過原料品質的提升，除了提升製程效率也可提升消費者使用意願，以成本優勢與品質競爭力提高銷售市占率與進口替代率。此外更因原料取得成本降低與供應穩定便利等因素，間接促進

了疫苗與學術研發成果之發展進步。對胚胎蛋間接使用者而言，除了因進口疫苗替代增加而降低疫苗採購成本，更可能因提高接種意願之故間接促進醫療支出減少與育成率提升，改善抗生素濫用之情況。



本節效益項目參考市場研究資料，並依據直接效益、間接效益進行分類，市場成長率與替代率則參考統計資料、國內市售價格等資料建立，並參酌國內產業專家意見進行適當修正，以符合最貼近國內現實情況的成本價格評估。



效益結構

二、 效益結構

(一) 直接效益的組成

直接效益發生於決策者，由決策者投資生產計畫，生產並販售生醫用胚胎蛋而得到獲利，銷售量受生產品質規格、訂價、產量而影響。直接效益組成如下。

1. 生醫用胚胎蛋銷售收入

生醫用胚胎蛋銷售收入與胚胎蛋單位價格、胚胎蛋銷售數量成正比。胚胎蛋的單位價格受到生產成本影響，並影響銷售數量的成長與市占率。而胚胎蛋需求數量則主要受到國內研究單位、學校、醫院、疫苗製造商等對原料之需求影響。本研究因保守估計，暫不探討生醫用胚胎蛋未來出口銷售效益。生醫用胚胎蛋銷售收入關係如下，為胚胎蛋數量乘以單位胚胎蛋價格。

$$B_E = 147.27 P_{EGG} * Q_C \quad \text{式(4-11)}$$

其中 B_E ：生醫用胚胎蛋銷售效益(單位：元／年)

Q_C ：雞隻數量(單位：羽)

P_{EGG} ：單位生醫用胚胎蛋價格(單位：元／枚)

- (1) P_E ：本研究以競爭價格法訂價。根據產業訪談得知，目前 SPF 胚胎蛋進口品項約 70-200 元，視訂單大小與提前預購時間而定。SPF 授精入孵胚胎蛋國產品項約 65-85 元，視生產單位(公營、民營)不同與入孵狀態而定。目前清淨胚胎蛋國內疫苗廠與民間蛋雞或種雞場契作價格約 13-15 元，因此訂定 SPF 生產模式胚胎蛋與清淨等級胚胎蛋價格分別為 65 元、13 元以確保市場競爭優勢。

2. 副產品銷售收入

生醫用胚胎蛋生產模式除了產生疫苗用胚胎蛋供販售外，在生產週期過後淘汰之產蛋雞隻與全年所生產之雞糞均能以副產品之型態加以銷售再利用。副產品銷售收入與單羽蛋雞殘餘價值、單羽雞糞所產雞糞轉售價值、飼養總羽數呈正比。副產品銷售收入關係如下，為飼養總羽數乘以單羽蛋雞殘餘價值與單羽雞糞所產雞糞轉售價值之和而得。

$$B_{BY} = (P_{REM} + P_{ST}) * Q_C \quad \text{式(4-12)}$$



其中 B_{BY} ：副產品銷售效益(單位：元／年)

P_{REM} ：蛋雞殘餘價值(單位：元／羽)

P_{ST} ：雞糞轉售價值(單位：元／羽)

Q_C ：雞隻數量(單位：羽)

- (1) P_{REM} ：根據畜產成本分析，可推算每羽淘汰雞隻收入為 30 元(阮喜文，1997)。
- (2) P_{ST} ：根據國內有機質肥料之生產及應用研究，目前現有雞糞有機質肥料產品之市場價格約為 5-10 元／公斤(楊秋忠，2011)，本研究假設為 5.6 元／公斤。而由乾雞糞重量為飼料攝食重量之 25%(阮喜文，1997)，可得每生產年週期單羽雞隻可產生 34.13 公斤乘以 25%，再乘以 5.6 元，共 47.8 元可供轉售的雞糞價值。

(二) 間接效益的組成

間接效益發生於胚胎蛋使用者與胚胎蛋產物間接使用者。本研究探討的胚胎蛋使用者為國內疫苗製造商，因原料取得機會成本降低與疫苗銷售量增加而獲利，並間接促進了疫苗與學術研發成果之發展進步。胚胎蛋間接使用者則分別為政府人民與畜牧養殖者，因進口疫苗替代增加而降低疫苗採購成本，甚或因提高接種意願之故間接促進醫療支出減少與育成率提升。間接效益組成如下。

1. 採購原料成本降低

本研究中採購原料成本降低效益與單位差價、生醫用胚胎蛋數量成正比例。

降低原料花費效益關係如下，為胚胎蛋數量乘以單位胚胎蛋差價而得。

$$B_{EC} = Q_E * \Delta P_E \quad \text{式(4-13)}$$



其中 B_{EC} ：降低原料花費效益(單位：元／年)

Q_E ：生醫用胚胎蛋數量(單位：枚)

ΔP_E ：單位胚胎蛋差價(單位：元／枚)

(1) ΔP_E ：根據市場研究，目前 SPF 胚胎蛋進口品項約 70-200 元，採用 150 元之平均值。國產品項約 65-85 元，本研究訂價為 65 元。目前清淨胚胎蛋國內疫苗廠與民間蛋雞或種雞場契作價格約 13-15 元，本研究訂價為 13 元。故可得 SPF 生產模式與清淨生產模式之 ΔP_E 分別為 85 元與 0 元。

2. 疫苗銷貨收入增加

目前國內家長不願讓其子女接種流感疫苗最主要原因為對流感疫苗的信心不足(謝佩娟，2011)。且根據本研究調查農民對國產疫苗之病原清淨程度也尚有疑慮。故可推測，若根據市場機制而不考量法規、政策、行銷等人為因素，疫苗原料品質的提升將刺激消費誘因，促使疫苗銷售量增加。國產蛋源疫苗銷售成長性與單位疫苗價格、進口苗銷售成長幅度、進口疫苗替代率成正相關。由於目前缺乏胚胎蛋元疫苗因原料品質提升造成進口替代成效之實證研究結果，故本研究以保守方式暫不予以估計。

3. 學術研究產出效益

因使用本計劃所生產之胚胎蛋與使用進口生醫用胚胎蛋之效果相似，故實行本生產計劃後理論上不會造成國內疫苗與學術研究單位研究產出成果之影響。但由於本生產計劃提供較低廉的價格與便利取得之誘因，可能促進相關實驗與研究的取得能力使用意願，近而增加研究產出成果。本研究因採保守方式估計，暫不予探討因研究增加而促進之學術成果、商品開發、商轉授權等效益。



4. 購買疫苗成本降低

因疫苗原料品質的提升將刺激消費誘因，加上國產疫苗因兼具成本與服務優勢，故價格相較進口疫苗為低，因此可推測國產疫苗之進口替代性成長將利於政府或民眾因採購或購買國產疫苗所節省之花費支出，與進口疫苗替代數量、國產與進口疫苗差價成正比例。由於缺乏胚胎蛋元疫苗因原料品質提升造成進口替代成效之實證研究，故本研究以保守方式暫不予以估計。

5. 疫病防治效果提升

由於國產疫苗品質提升，且具有成本、服務等優勢，可能促使人民或農民之接種意願或頻率提高，增加國內疫苗接種之覆蓋率。因此，除了降低傳染疾病之醫療花費、提升生活品質與工作效率、提升經濟動物飼養育成率與飼料效率，更可能因疾病預防效力之增加，降低抗生素與藥物之使用，達到促進環保與食品安全維護之作用。本研究因採保守方式估計，暫不予探討因疫苗品質提升而促進的疫病防治效果提升效益。

第五節 統計與分析

本研究以 Excel 2013 套裝軟體對資料進行分析統計，並按生產成本架構與產業現況價格以該軟體製作成本結構公式。研究者可選擇不同生產模式，並根據雞隻預期飼養規模、胚胎蛋市場預期需求數量等條件對該公式進行設定，同時也可根據現況隨時更新並修正規格與價格參數，以得到最符合研究者欲進行研究之時空背景下，生醫用胚胎蛋之建造與各年營運成本。成本結果也將代入現金流預測公式，計算在該生產模式下，不同銷售狀況與訂價策略所得到的淨現值。因此，

本研究也依據此結果進行不同情境敏感度分析與探討利益相關者之淨效益總和。



第五章 分析並評價生產模式之成本效益



第一節 投資成本效益

根據第四章生產模式研究方法，可按飼養雞隻數量建立各種大小規模之生產計劃。然而為爭取最高的投資效率，則必須考量生醫用胚胎蛋市場需求之現況與未來成長性，並根據成本項目特性決定最適宜之生產規模。本節首先將評估不同生產規模的成本結構、現金流變化、淨現值，分析決策者在研究其間內投資與經營的成本效益。

一、不同生產模式的成本

將不同胚胎蛋生產數量代入第四章成本公式可分別得到 SPF 等級與清淨等級之建造成本與營運成本，如 Table 20 所示。由各別方案成本的大小與組成特性進行比較，可建立較符合投資與經營效率之生產方案。

除了求出不同生產規模下的建造與營運成本，並將其繪製成縱軸為成本，橫軸為雞隻飼養數量的直條折線圖，其中直條圖表示不同生產模式下的建造與逐年營運成本，折線圖則表示每羽雞隻所分擔的成本。不同飼養羽數之成本變化如 Figure 10 與 Figure 11 所示。不同生產模式成本比較結果如下。

1. 總成本隨飼養規模增加，其中 SPF 生產模式總成本大於清淨生產模式
當飼養羽數為 1 千至 1 萬羽時，SPF 生產模式的建造成本與營運成本均高於清淨生產模式的建造成本與營運成本。
2. 建造成本隨飼養規模增加，SPF 模式的增長性低於清淨模式



當飼養羽數為 1 千至 1 萬羽時，SPF 與清淨模式建造成本之比分別由 27.06 倍遞減至 11.44 倍。顯示飼養規模越大，SPF 模式的建造成本增長幅度相對於清淨模式為低。

3. 營運成本隨飼養規模增加，SPF 模式的增長性高於清淨模式

當飼養羽數為 1 千至 1 萬羽時，SPF 與清淨模式營運成本之比分別由 2.96 倍遞增至 4.99 倍，顯示飼養規模越大，SPF 模式的營運成本增長幅度相對於清淨模式為高。

4. 隨著飼養規模增加，兩種方案邊際成本遞減，SPF 模式的遞減性高於清淨模式

當飼養羽數增加時，兩種生產模式之單位建造成本與單位營運成本皆逐漸降低，直到飼養羽數超過 4,000 羽方能達到最大遞減效率。儘管 SPF 生產模式邊際成本遞減幅度大於清淨生產模式，但總成本仍高於清淨生產模式。

二、 最適飼養規模的確定

最適規模的決定原則是在達到達到生產(供)與市場需求(需)平衡狀態的前提下，選擇最能滿足市場對生醫用胚胎蛋的需求數量做為生產的目標，避免過與不及之情況。由於過去生醫用胚胎蛋生產供應與市場需求情況受國內生產技術與疫苗產業需求影響而變化極大，無法斷定其成長或衰退的趨勢，因此本研究擬由國內近五年內最大、最小與平均的胚胎蛋供需數量做為生產模式的最適規模範圍，並針對 SPF 等級與清淨等級生產模式在不同最適規模下的成本特性進行分析。

(一) 市場需求預測

本研究對生醫用胚胎蛋需求的預測以國產疫苗的研究與量產用途為主，並根據


生產特性與微生物含帶狀況分為 SPF 等級與清淨等級。因過去國產胚胎蛋供應不足、國產疫苗產量變化極遽，故本研究將以國內過去生醫用胚胎蛋之進口與生產之供應情況，與國內疫苗製造劑量之需求情況相互比對，推斷市場對生醫用胚胎蛋需求數量，然為求保守謹慎，故分別取高與低值做為樂觀與悲觀之預測範圍。針對不同等級的胚胎蛋的現況需求預測如下。

1. SPF 等級胚胎蛋需求

SPF 等級胚胎蛋應用於學術研究、藥物檢定與活毒疫苗的研發量產製造。國內目前共有 35 項胚胎蛋源活毒疫苗之動物用藥品許可證，皆為家禽病毒性疫苗。因此 SPF 等級胚胎蛋需求的變化除了以目前國內供應與需求狀況為基礎，更需參考並配合國內家禽活毒疫苗產業之生產狀況推測。按過去 5 年市場供需資料統計，國內 SPF 等級胚胎蛋需求約為 9-137 萬之間。胚胎蛋需求數量與疫苗生產劑量成正比，與製劑效率成反比。參考活毒減毒疫苗之胚胎蛋接種效率研究結果(黃元品等人，2005)並根據產業訪談建議，假設目前 SPF 胚胎蛋製劑技術效率約為 500-5,000 劑/枚，與胚胎蛋規格狀態、病毒種類、製程工藝有關。若依據 Figure 6 胚胎蛋疫苗各單價檢定總劑量統計，可得國產疫苗產業對 SPF 等級胚胎蛋平均需求約為 11 萬枚。因此，在國家防疫與貿易政策尚未改變、市場使用習慣與發展維持現況穩定性的條件下，本研究將分別探討為滿足 130 萬(樂觀預測)與 10 萬枚(保守預測)的 SPF 胚胎蛋市場需求下，本生產計劃的最適生產規模與預期的現金流結構。

2. 清淨等級胚胎蛋需求

清淨等級胚胎蛋應用於死毒疫苗的量產製造，國內目前共有 25 項胚胎蛋源死毒疫苗用藥品許可證，分別為 2 種與 23 種人用與家禽用病毒性疫苗。因此清



淨等級胚胎蛋需求的變化除了以目前國內供需狀況為基礎，更需參考並配合國內家禽死毒疫苗產業之生產狀況推測。按產業訪談資料，國內清淨等級胚胎蛋用於人用與禽用疫苗生產的數量分別約為 1,000 萬與 360 萬枚，共約 1,360 萬枚。胚胎蛋需求數量與疫苗生產劑量成正比，與製劑效率成反比。據產業訪談，目前清淨胚胎蛋根據人用與禽用疫苗製劑技術效率分別約為 0.5-1.0 劑／枚與 100 劑／枚，若依據 Figure 4 與 Figure 7 胚胎蛋疫苗各單價檢定總劑量統計，可得國產人用與禽用疫苗產業對清淨級胚胎蛋需求分別約為 1,364 萬與 305 萬枚，共約 1,669 萬枚。因此，在國家防疫與貿易政策尚未改變、市場使用習慣與發展維持現況穩定性的條件下，本研究將分別探討 1,700 萬(樂觀預測)與 1,300 萬枚(保守預測)的清淨胚胎蛋需求狀況下，本生產計劃的最適生產規模與預期的現金流結構。

(二) 最適生產規模的決定

假設蛋雞年產蛋數量約為 147.76 枚，由生醫用胚胎蛋市場需求與不同生產模式總成本可得知，依照目前對市場情況進行的樂觀與保守預測下，本研究將以 8,798 羽(年產 130 萬枚)與 677 羽(年產 10 萬枚)作為 SPF 等級生產計劃的「積極投資規模」與「保守投資規模」；並以 115,051 羽(年產 1,700 萬枚)與 8,798 羽(年產 1,300 萬枚)作為清淨等級生產計劃的「積極投資規模」與「保守投資規模」。不同生產模式與規模預測假設如 Table 21 所示。

然而因疫苗原料品質之提升，加上國產疫苗具備運輸成本與服務優勢，國人使用國產疫苗之意願可能因此增加，進而提升國產疫苗內銷市占率。同時，因原料品質提升，有助於國產疫苗在其他國家上市之登記與申請，同時也利於國產疫

苗外銷出口成效。然而，由於過去缺乏對以上可能性之相關實證研究，故本研究暫不對此臆測假設，謹以近期 5 年內的產業供需現況之變動情形，對生醫用胚胎蛋銷售的潛力與限制進行預測。



三、 淨現值

將不同投資規模代入成本預測公式，繪製成縱軸為成本，橫軸為營運時間的直條折線 Figure 13 與 Figure 14，分別表示 SPF 等級與清淨等級生產模式在不同營運規模下 20 年投資期間之淨現值。

(一) SPF 等級生產模式淨現值

根據競爭價格法訂定 SPF 等級胚胎蛋售價為新台幣 65 元／枚，並假設於前 3 年生產成績可達 75%、85%、95%，第 4 年起達到 100%。於積極投資規模(8,798 羽，年產 130 萬枚)下，NPV 於第 12 年起由負轉正，直到 20 年時 NPV 為新台幣 1.73 億元。於保守投資規模(677 羽，年產 10 萬枚)下，NPV 則始終為負，直到 20 年時 NPV 為新台幣負 1.15 億元。由此結果可推知，當國產活毒疫苗胚胎蛋需求達 2012 年最樂觀標準時，投資 SPF 等級生產模式具有投資效益。然而當國產活毒疫苗胚胎蛋需求維持在 2010-2014 年保守標準時，SPF 等級生產模式可能無法回本。SPF 等級生產模式不同投資規模 20 年淨現值結果如 Figure 12 與 Figure 13 所示。

(二) 清淨等級生產模式淨現值

根據競爭價格法訂定清淨等級胚胎蛋售價為新台幣 13 元／枚，並假設於前 4 年生產成績可達 65%、75%、85%、95%，第 5 年起達到 100%。於積極投資規模

(115,051 羽，年產 1,700 萬枚)與保守投資規模(87,981 羽，年產 1,300 萬枚)下，NPV 皆於第 6 年起由負轉正，直到 20 年時 NPV 分別為新台幣 9.34 億元與 7.14 億元。由此結果可推知，無論投資清淨等級任何生產規模皆具有投資效益。清淨等級生產模式不同投資規模 20 年淨現值結果如 Figure 14、Figure 15 所示。

四、 情境敏感度分析

(一) SPF 等級生產模式

1. 銷售量(Sales Volume)與淨現值(NPV)分析

於積極投資規模(年產 130 萬枚)、中等積極投資規模(年產 90 萬枚)與中等保守投資規模(年產 50 萬枚)下，NPV 分別於 Sales Volume 達 85.43%、89.43%、99.83% 時始為正，且積極投資規模之 NPV 較高。於保守投資規模(年產 10 萬枚)下，NPV 即使全數售罄也始終為負。

因此，當樂觀預期未來市場對胚胎蛋需求量大於現有需求量時，可根據 Sales Volume 與 NPV 之關係進行計劃。例如，當預期胚胎蛋未來需求可達 130 萬枚時建設了相等產量之生產規模，即使胚胎蛋現況需求未達此目標，只要銷售數量超過 111 萬枚則可確保符合投資效益。儘管以最保守之市場需求 10 萬枚而建立最保守生產規模，不管銷售業績如何成長仍無法達成投資效益。由此關係可模擬對市場需求不確定時，在造成最小投資損失風險的前提之下建立較具成長潛力之生產計劃，而預期需求量不得超過現有需求量之 1.00-1.17 倍。SPF 等級胚胎蛋 Sales Volume 與計劃 NPV 關係如 Figure 16 所示。

2. 訂價(Pricing)與銷售量(Sales Volume)分析

於積極投資規模(年產 130 萬枚)、中等積極投資規模(年產 90 萬枚)、中等保守投資規模(年產 50 萬枚)與保守投資規模(年產 10 萬枚)下，當實際生產量(等於銷售量)由 50% 提高至 100% 時，胚胎蛋訂價可分別由新台幣 111.1 元調降至 55.6 元、由新台幣 116.3 元調降至 58.2 元、由新台幣 129.8 元調降至 64.9 元與由新台幣 294.0 元調降至 147.0 元，即能符合投資效益。不同規模於不同銷售狀況下為達 NPV 為正之訂價如 Table 22 所示。

當 SPF 胚胎蛋訂價根據競爭訂價法為 65 元時，於積極投資規模與中等積極投資規模下，當生產量與銷售量達到 85.43% 與 89.43%，即市場需求量與銷售量分別達 111 萬枚與 80 萬枚以上即能使 NPV 為正。若市場需求量低於上述最低銷售量則需調升胚胎蛋訂價才能使投資符合效益。換言之，若市場需求超過 111 萬枚則有較彈性的胚胎蛋價格空間與較高的獲利潛力。而中等保守與保守投資規模則在任何情況皆無法達到投資效益。由此分析可得知，儘管無法完全掌握市場實際需求，透過正確的訂價策略仍可確保投資效益，並可模擬在造成最小投資損失風險的前提之下進行較為合理的訂價決策過程。SPF 等級胚胎蛋 Sales Volume 與 Pricing 關係如 Figure 17 所示。

(二) 清淨等級生產模式

1. 銷售量(Sales Volume)與淨現值(NPV)分析

於積極投資規模(年產 1,700 萬枚)、中等投資規模(年產 1,500 萬枚)與保守投資規模(年產 1,300 萬枚)下，NPV 分別於 Sales Volume 達 69.09%、69.09%、69.10% 時始為正，且積極投資規模之 NPV 高於其他情境。因此，當樂觀預期未來市場對胚胎蛋需求量大於現有需求量時，必須根據 Sales Volume 與 NPV

之關係進行計劃，預期需求量不得超過現有需求量之 1.44 倍。例如，當預期胚胎蛋未來需求可達 1,700 萬枚時建設了相等產量之生產規模，即使胚胎蛋現況需求未達此目標，只要銷售數量超過 1,175 萬枚則可確保符合投資效益。儘管以保守之市場需求預測為 1,300 萬枚而建立最保守生產規模，仍需銷售 898 萬枚方能達成投資效益。由此關係可模擬對市場需求不確定時，在造成最小投資損失風險的前提之下建立較具成長潛力之生產計劃。清淨等級胚胎蛋 Sales Volume 與計劃 NPV 如 Figure 18 所示。

2. 訂價(Pricing)與銷售量(Sales Volume)分析

於積極投資規模(生產 1,700 萬枚)、中等投資規模(生產 1,500 萬枚)與保守投資規模(生產 1,300 萬枚)下，當實際生產量(等於銷售量)由 50% 提高至 100% 時，胚胎蛋訂價可由新台幣 18.0 元調降至 9.0 元、由新台幣 18.0 元調降至 9.0 元與由新台幣 18.0 元調降至 9.2 元，即能符合投資效益。不同規模於不同銷售狀況下為達 NPV 為正之訂價如 Table 22 所示。

清淨胚胎蛋訂價根據競爭訂價法約為 13 元，此訂價於積極投資規模、中等積極投資規模、中等保守投資規模下，當生產量與銷售量達到 69.09%、69.09%、69.10%，即市場需求量與銷售量分別達 1,175 萬枚、1,036 萬枚、898 萬枚以上即能使 NPV 為正。若市場需求量低於上述最低銷售量則需調升胚胎蛋訂價才能使投資符合效益。換言之，若市場需求超過 1,175 萬枚則有較彈性的胚胎蛋價格空間與較高的獲利潛力。由此分析可得知，儘管無法完全掌握市場實際需求，透過正確的訂價策略仍可確保投資效益，並可模擬在造成最小投資損失風險的前提之下進行較為合理的訂價決策過程。清淨等級胚胎蛋 Sales Volume 與 NPV 關係如 Figure 19 所示。

第二節 利益相關人效益



成本效益分析的決策的原則建立在福利經濟學說之上，即希望在不造成任何人權益受損(選擇利益相關者效益為正者)前提下，對資源進行最有效分配(選擇產業淨效益為正者)。若在最有效的分配情況下仍有團體權益因此受損，則須對其進行補償方案，或擇以次優方案以符合福利經濟原則。因此本節將分別探討利益相關者與整體產業在研究期間受各方案影響的效益狀況，以提供評價與決策依據。

一、 利益相關人效益比較

利益相關人效益指進行生醫用胚胎蛋生產計劃期間，利益相關人於計劃中各階段中受到的影響(效益)總和，而所有利益相關人效益總和即為社會(產業)淨效益。在本研究中的利益相關人為決策者、國內既有胚胎蛋生產者(簡稱競爭者)、國內人用疫苗製造商、國內動物用疫苗製造商，對社會的範圍定義為生醫用胚胎蛋相關產業。

(一) 決策者

決策者因進行建造廠房、營運生產活動而分別產生投資花費(Cost)，並得到來自國產疫苗製造商購買胚胎蛋的銷售額轉移(Transfer)。本研究不另探討外部相關人之影響，故建造與營運成本以成本的損失列計。且暫不探討出口銷售之可能性，故僅計算胚胎蛋於國內疫苗產業銷售狀況。決策者因不同方案所獲得的效益如 Table 23、Table 24 所示。

1. 對決策者有利的方案(獲利由高至低)：清淨等級積極投資模式、清淨等級保守

投資模式、SPF 等級積極投資模式。

2. 對決策者造成虧損的方案：SPF 等級保守投資模式。



(二) 競爭者

競爭者為國內既有公營機構與民營業者，受到銷售競爭而損失原有生產銷售效益(Benefit)。競爭者損失的胚胎蛋銷售金額以競爭者胚胎蛋訂價與損失的胚胎蛋銷售量相乘而得。因國內疫苗製造商對原料之價格敏感，故損失的胚胎蛋銷售量依各競爭者的胚胎蛋訂價與供應能力進行分配。競爭者因不同方案所損失的效益如 Table 23、Table 24 所示。

1. 對競爭者有利的方案：無，所有方案皆造成損失。
2. 對競爭者造成虧損的方案(虧損由高至低)：清淨等級積極投資規模、清淨等級保守投資規模、SPF 等級積極投資規模、SPF 等級保守投資規模。

(三) 國內人用疫苗製造商

國內人用疫苗製造商因製造死毒疫苗之需求而購買清淨等級胚胎蛋，產生胚胎蛋銷售額的轉移，並因採購成本降低而減少製劑成本，產生節省製造的效益(Benefit)。本研究暫不探討疫苗進口替代與出口擴張之可能性，故僅探討國內製劑成本之變化，而不探討未來疫苗銷售金額增加的潛力。國內人用疫苗製造商因不同方案所獲得的效益如 Table 25、Table 26 所示。

1. 對國內人用疫苗製造商有利的方案：無，因價格不變故沒有減少購買成本。
2. 對國內人用疫苗製造商造成虧損的方案：無。

(四) 國內禽用疫苗製造商

國內禽用疫苗製造商因製造活毒與死毒疫苗之需求而分別購買 SPF 等級與清淨等級胚胎蛋，產生胚胎蛋銷售額的轉移(Transfer)，並因採購成本降低而減少製劑成本(Benefit)。本研究暫不探討疫苗進口替代與出口擴張之可能性，故僅探討製劑成本之變化，而不探討疫苗銷售金額增加的可能。國內禽用疫苗製造商因不同方案所獲得的效益如 Table 25、Table 26 所示。

1. 對國內禽用疫苗製造商有利的方案(獲利由高至低)：SPF 等級積極投資規模、SPF 等級保守投資規模。
2. 對國內禽用疫苗製造商造成虧損的方案：無。

二、 產業效益比較

由不同方案對所有利益相關者的個體效益總和可得到不同方案對整體產業的經濟性。在本研究結果中，諸方案皆無法達成對產業總體效益與個體效益均有利之情況，且對個體之效益有利有弊，影響不一。

在個體效益中，對決策者有利的方案獲利由高至低分別為清淨等級積極投資模式、清淨等級保守投資模式、SPF 等級積極投資模式；所有方案皆對國內其他胚胎蛋生產者皆造成損失，損失由高至低分別為清淨等級積極投資模式、清淨等級保守投資模式、SPF 等級積極投資模式、SPF 等級保守投資模式；對國產疫苗廠商有利的方案由獲利高至低分別 SPF 等級積極投資模式、SPF 等級保守投資模式。總體效益為正的只有 SPF 等級積極投資模式。

因此，若完全以投資者決策考量，應選擇清淨等級樂觀生產模式；若在滿足決

策者投資預期回報的前提下，同時欲支持國產疫苗產業，則應選擇 SPF 等級樂觀生產模式，且各方案之行使均須考慮對國內既有胚胎蛋生產者的補償方案或合作。



三、 不同方案效益比較

(一) SPF 等級生產模式

1. 積極投資規模

研究期間內，產業總效益為新台幣 3.14 億元。其中，決策者除了投資可回本外，尚可獲利新台幣 1.73 億元，國產疫苗廠商則因採購原料成本降低而有 84.6 千萬元淨效益，然而其他國內胚胎蛋生產者卻因減少既有銷售額而有新台幣 7.85 億元損失。由總體效益角度而言，本計劃確有執行效益，然就福利經濟角度而言，則必須對其他國內胚胎蛋生產者進行補償方案達成帕圖最適狀態。積極投資規模利益相關者分析結果如 Table 27 所示。

2. 保守投資規模

研究期間內，產業總效益共損失新台幣 2.06 億元。其中，決策者除了投資無法回本外，於 20 年後損失約新台幣 1.15 億元，國產疫苗廠商則因採購原料成本降低而有新台幣 6.94 億元淨效益，然而其他國內胚胎蛋生產者卻因減少既有銷售額而有新台幣 7.85 億元損失。由總體效益角度而言，本計劃未有執行效益，且就福利經濟角度而言，必須對決策者與其他國內胚胎蛋生產者進行補償方案以達成帕累圖最適狀態。SPF 等級保守投資之利益相關者分析如 Table 28 所示。

(二) 清淨等級生產模式



1. 積極投資規模

研究期間內，產業總效益共損失新台幣 20.88 億元。其中，決策者除了投資可回本外，於 20 年後尚可獲利新台幣 9.34 億元，國產疫苗廠商則未因採購原料成本降低而沒有額外效益，然而其他國內胚胎蛋生產者卻因減少既有銷售額而有新台幣 30.22 億元損失。由總體效益角度而言，本計劃未有執行效益，僅造成社會資源浪費，然就個體效益角度而言，由本生產計劃可增加就業機會並降低疫苗原料供應不穩定之風險。就福利經濟角度而言，則必須對其他國內胚胎蛋生產者進行補償方案，達成帕累圖最適狀態。清淨等級積極投資之利益相關者分析如 Table 29 所示。

3. 保守生產規模

研究期間內，產業總效益共損失新台幣 14.18 億元。其中，決策者除了投資可回本外，於 20 年後尚可獲利新台幣 8.93 億元，國產疫苗廠商則未因採購原料成本降低而沒有額外效益，然而其他國內胚胎蛋生產者卻因減少既有銷售額而有新台幣 23.11 億元損失。由總體效益角度而言，本計劃未有執行效益，僅造成社會資源浪費，然就個體效益角度而言，由本生產計劃可增加就業機會並降低疫苗原料供應不穩定之風險。就福利經濟角度而言，則須對其他國內胚胎蛋生產者進行補償方案，達成帕累圖最適狀態。清淨等級保守投資之利益相關者分析如 Table 30 所示。

第三節 評價與決策建議



一、 各方案與觀點之評價

(一) 利益相關者評價

對決策者而言，若市場需求量與政策方向皆保持固定，且本生產計劃具有品質與價格上的優勢足以達成預期銷售量之情況下，「清淨等級積極投資模式(飼養 11.5 萬羽，年產 1,700 萬枚)」、「清淨等級保守投資規模(飼養 8.8 萬羽，年產 1,300 萬枚)」與「SPF 等級積極投資模式(飼養 8.8 千羽，年產 130 萬枚)」具有投資效益，且淨效益由高而低分別為清淨等級積極投資模式、清淨等級保守投資規模、SPF 等級積極投資模式。

對投資人而言，因淨效益與投資風險之考量，建立清淨等級生產模式是最符合投資效益之決策，當清淨胚胎蛋定價為 13 元時，年銷售量維持七成以上即能回本。而 SPF 等級於積極、中等積極、中等保守生產模式下，生產量與銷售量須達到八成五、九成、九成九，胚胎蛋定價定價為 65 元時方可回本。假如預期未來生醫用雞胚胎蛋市場有較高需求成長的潛力，也可先建立較大生產規模硬體設施，以不超過 1.17 倍 SPF 等級與 1.44 倍清淨等級市場目前需求量為宜，並按逐年的需求調整實際飼養雞隻數量與胚胎蛋價格以達到損益平衡。

(二) 總體產業評價

對決策者有利的方案由高至低分別為清淨等級積極投資模式、清淨等級保守投資規模、SPF 等級積極投資模式；對國內其他胚胎蛋生產業者無論任何方案皆因業務競爭而造成損失；對國產疫苗廠商有利的方案由高至低分別 SPF 等級積極投

資模式、SPF 等級保守投資規模；而清淨等級積極投資模式、清淨等級保守投資規模則無影響。對總體產業而言，具有公眾淨效益的方案僅有「SPF 等級積極投資模式(年產 130 萬枚)」，且沒有任何方案能符合帕累圖最適狀態，諸方案皆會造成部分個體之損失。

由總體產業效益可知，儘管清淨等級生產模式可以對決策者與疫苗業者貢獻效益，但若以不調整銷售價格的情況下，額外新增清淨等級胚胎蛋生產供應來源僅會造成業務競爭與資源的浪費。而 SPF 等級積極投資模式除了對決策者具有投資效益外，更能透過低價、穩定的 SPF 等級胚胎蛋供應來支持國產疫苗生產，惟對國內既有 SPF 胚胎蛋生產業者造成業務競爭。

(三) 決策建議

1. 視產業需求建立一定規模之 SPF 等級生產模式，以利提升產業總效益

為達成投資決策人與產業最大淨效益，本研究建議決策者建立 SPF 等級生產模式，飼養規模至少需達 3,358 羽以上才有機會回本。若市場需求情況允許，則投資 8,798 羽之飼養規模為佳。抑或建立較小規模生產模式，但需具備較低價格之資源取得能力或經由政府單位對扶植生技產業所提供的獎勵或補貼方案來減低投資的成本壓力。其中，投資成本與飼養規模成正比，在 3,358 羽與 8,798 羽的飼養規模下，第一年投資與營運成本分別為新台幣 1.19 億元與新台幣 2.36 億元，往後平均年營運成本為新台幣 1.95 千萬元與新台幣 4.73 千萬元，年生產 49.6 萬與 130 萬胚胎蛋售予產業。訂價方法則採競爭價格法，訂為 65 元。淨現值回本速度與飼養規模成正比，在 3,358 羽與 8,798 羽的飼養規模下，淨現值分別可在 20 年與 12 年為正。

2. 與利益相關者共謀策略性合作關係，透過生產計畫的有效分配與技術市場的協同開發，完整產業鏈以符合福利經濟原則

建議投資人應與下游疫苗業者達成策略性合作關係。因疫苗生產批次單一且原料需量極大，但是蛋雞卻是全年持續產蛋無法任意暫停生產，故建議與疫苗業者共同研議分配彼此全年生產計畫與胚胎蛋需求以達成最有效率的生產與成本管控。甚至透過投資關係來移嫁疫苗廠商既有的進口原料採購成本，轉而以建立自有供應鏈型式，達至產業生態互利互助之佳境。同時，建議投資人應與國內民間既有胚胎蛋生產業者進行業務之合作，避免直接競爭關係。除了可切割不同產品線或產程分工，抑可共同開發東亞、東南亞之外銷業務，拓展整體生醫用胚胎蛋需求市場，使決策者與國內既有胚胎蛋生產業者共享獲利。

3. 政府於體制面、政策面與資源面提供協助，提升我國產品外銷優勢並優化政府營運與民間生產之效率

為達成促進生技畜牧產業發展與永續經營之願景，本研究建議政府單位不應袖手而視，而應在體制面與政策面給予產業協助，透過價值的策略性分配以達成產業社會之福利經濟狀態。首先建議政府應儘速研擬並參酌歐盟、美國等國際標準，訂定有助提升重要出口國家審查程序的國家疫苗用胚胎蛋原料生產使用標準與國家認證機制，並使相關主管機關對有關供應與使用業者進行主動的管理與監督；進而致力與歐盟、美國達成相關聯盟性合作，將有助提升我國疫苗在外銷審查與國際銷售之優勢，並弭清國產疫苗產業使用上的疑慮與困難。

再者，本研究建議政府可輔導既有公家生產體系利用其專長之檢測與防疫基礎，轉型或建立完整公正的國家級第三方疾病檢驗單位，或與學術研究單位合作開發目前尚缺乏的疾病檢驗與育種等關鍵技術，以達到產官分工之成效，減低公

營單位預算人力分配在生產胚胎蛋上的困難，並對國產胚胎蛋品質建立公信之維護機制。



此外，本研究建議政府應針對國內生醫用胚胎蛋生產投資業者，一方面設定生技相關生產獎勵補助方案分攤營運風險，二方面對生產業者予以充分監督，同時輔導民間現有業者對其生產流程與產品品質進行精進。政府對生醫用胚胎蛋供應能力與產出品質的扶持除了利於國內疫苗產業內外銷之發展、進而提升疫病防治成效與減少醫療與財產之損耗外，更可對現有公部門組織運作進行更精編分工，並在民間創造更多就業與農業生技人才培孕的基台。此外，更希望透過此一貫供應鏈之建立，實現台灣進一步成為東亞、東南亞地區重要的疫苗與原料研發與供應中心之願景。

(四) 生產計劃範例

1. 生產計劃

按 2011-2014 年平均生醫用胚胎蛋市場需求(購買)情況，假設一中等保守型態生產計畫。以南投縣集集鎮為例，選擇周邊 3 公里內無畜禽場之土地約 1.6 千平方公尺，興建一座平面面積約 1.3 千平方公尺之 SPF 雞胚胎蛋生產廠房，最大可飼養 4.6 千羽產蛋雞隻，年供應 68 萬枚 SPF 胚胎蛋。

廠房按目的分為規劃作業區與飼養區。作業區包含倉庫、機房、檢收室、煙燻消毒室、準備室、潔淨淋浴更衣間、汙淋浴更衣間。作業區包含潔淨準備區、潔淨走廊、飼養區域與、汙走廊、洗滌區、無菌孵化室、除菌間。

生產營運共聘用 2 名獸醫師、3 名飼育員、1 名行政人員進行。種原自國外進口，視生產性能逐年更新，每月定期抽檢 5% 之雞隻進行特定病原 18 項檢測，並

按歐洲藥典規範生產與建立 SPF 產蛋雞群。營運期間生產率由第一年 75%、第二年 85%、第三年 95% 逐年提升進步，直到第四年後都能達到最高效率生產，年供應 50 萬枚 SPF 胚胎蛋。



2. 資金計劃

投資人投資新台幣 1.46 億元購買土地興建廠房，並於每年投入新台幣 2.59 千萬元至新台幣 7.20 千萬元支付所有營運與設備維護更新費用。假設以 65 元價格販售胚胎蛋，且銷售量達近 100%，則可在第 15 年回本，最終獲利新台幣 3.96 千萬元。若在銷售價格不變的情況，銷售量須達 93.6% 方能回本。

3. 產業效益

計畫實行 20 年後將累積為投資人創造新台幣 3.96 千萬元獲利、為國產疫苗製造商提供 1.99 億生醫用胚胎蛋差價獲利，然而卻會對國內現有公營與民營胚胎蛋生產業者造成新台幣 7.68 億元銷售額損失，因此產業淨效益為負新台幣 5.29 億元。然而，由於本研究尚未對胚胎蛋使用之間接效益完整評估，深入探討其對國內疫苗產業研發、銷售、國內疫病防治與農業生技人才的貢獻，且未納入政府扶持生技產業相關補助獎勵措施與公營系統的營運調節或產業互助合作方案，更尚未對國內未來疫苗產業成長潛力進行預測，故在更長遠的願景上，仍期盼能透過不同的補償方案與策略性合作達到最佳的產業效益。

第四節 限制與未來研究方向

由於本研究僅能以產業過去與現況條件評估故資訊取得均有所限制。因此，希望未來能更加強量化資料的取得，如不同等級胚胎蛋對疫苗製劑效率的影響、

國產疫苗品質與銷售量之間互相影響的關係、疫苗品質與接種效用間的關係等。同時應增加對生技醫藥產業與畜牧產業間的溝通與了解，媒合實際與潛在的生醫用胚胎蛋需求，擴大終端需求市場以利生產計畫的投資達到最有效率的運用。最後，希望能針對國家政策與發展方向進行更深入的分析檢討與精進建議。



第六章 結論



生物疫苗產業之重要性除了影響國家經濟發展外，其重要性相當於國防安全工業，與人民的健康財產安全密切相關，我國應對疫苗製造所需原料有自給自足之能力。國內疫苗與實驗用胚胎蛋分為「SPF 等級」與「清淨等級」，目前 SPF 等級胚胎蛋由於國內生產數量不足與缺乏認證之故，國產疫苗廠商每年仍大量以極高價格進口疫苗用生產原料，而清淨等級胚胎蛋則由國內蛋雞種雞場以附帶方式生產，其品質與規格之管理同樣不易。因此，為了解決生醫用胚胎蛋「生產規範不明」與「供需不平衡」之問題，本研究參考國際規範與認證標準、國內實驗動物相關準則、國內畜牧營業相關法規，並酌情產業現況以建立可規模化之生醫用雞胚胎蛋生產模式。

生醫用雞胚胎蛋生產模式分為 SPF 等級與清淨等級，並由「建造計劃」與「飼養計劃」，共兩部分建立。建造計劃成本、營運計劃成本與飼養規模成正比。其中，SPF 生產模式計劃成本均大於清淨生產模式，凡飼養 4,000 羽與 3,000 羽以上分別使建造與營運之邊際成本達最大遞減效率，且 SPF 生產模式的成本遞減效率較清淨等級為佳。因此可得知，資金的運用效率在 4,000 羽以上的飼養規模較佳，且 SPF 等級生產計畫較清淨等級更為划算。

接著按國內生醫用胚胎蛋市場的需求預測結果，設定積極型投資規模與保守型 2 種投資規模，使用淨現值的方式預估不同投資規模的獲利潛力，並以情境分析方法來了解銷售量與定價對獲利能力之影響關係。結果可得知，SPF 等級模式只有在達到足夠生產規模以上才能回本，積極投資模式(8,798 羽，年產 130 萬枚)可在第 12 年回本並於 20 年期間創造新台幣 1.73 億元收益。清淨等級模式則具有較

穩定之獲利能力，無論積極(115,051 羽，年產 1,700 萬枚)或保守(87,981 羽，年產 1,300 萬枚)投資模式均可在第 6 年回本，並於 20 年期間創造新台幣 9.34 億元至新台幣 7.14 億元收益。不同生產模式胚胎蛋均有調整價格與銷售量之空間。

對決策者而言，投資清淨等級生產模式是較有經濟性的決策，對總體產業而言，唯一具有公眾效益的方案僅有 SPF 等級積極投資模式，且沒有任何方案能符合累圖最適狀態，諸方案皆會造成部分個體之損失，站在產業永續經營之立場則必須對損失者進行補貼方案或以其他策略性合作方案共同開拓市場。因此，僅管資金運用風險較高，建立合適規模之 SPF 等級生醫用雞胚胎蛋生產模式不僅能為決策者帶來可觀報酬，透過提供品質優良、供應能力充足穩定的 SPF 等級胚胎蛋，除了支持我國疫苗產業發展之外，更能維護我國人民健康安全與提升我國畜牧產業競爭力。而清淨等級生產模式則對國內生技醫藥產業幫助有限，對整體產業而言僅造成既有生產者之間的競爭與資源的浪費。

因此為達成投資決策人與產業最大淨效益，本研究建議決策者建立 SPF 等級生產模式，並建議投資人應與下游疫苗業者達成策略性合作關係，甚至透過投資關係來建立自有供應鏈，達至產業生態互利互助之佳境。同時，建議投資人應與國內民間既有胚胎蛋生產業者進行業務之合作，避免直接競爭關係。本研究並建議政府單位應在體制面與政策面給予產業協助，首先建議政府應儘速研擬國家疫苗用胚胎蛋原料生產使用標準與國家認證機制，使相關主管機關對有關供應與使用者進行主動的管理與監督並輔導既有公家生產體系利用其專長之檢測與防疫基礎，轉型或建立完整公正的國家級第三方疾病檢驗單位，或與學術研究單位合作開發關鍵技術，以達到產官分工之成效。此外，本研究建議政府應針對國內生醫用胚胎蛋生產投資業者惠予相關生產獎勵補助方案與充分監督輔導之工作。

透過資源面、體制面與法規面的檢討與改善方案的思考評估，期望能透過利
基性關鍵技術之取得，建立動物性原料與實驗動物供應平台以支持我國生物疫苗
產業與其他生技醫藥產業發展，並在政府政策與法規的引領下，輔導產業與國際
接軌，並尋求適切產業鏈之定位。希望透過此一貫供應鏈之建立，實現台灣進一
步成為東亞、東南亞地區重要的疫苗與原料研發與供應中心之願景。



參考文獻



- [1] 王明升(2010)。標準化實驗動物房舍設施之規劃。蔡倉吾(主編)，實驗動物管理與使用指南第三版。行政院農業委員會，台北市。
- [2] 王斌永(2012)。雞場管理決策支援系統。博士論文。國立中興大學動物科學系所，台中市。
- [3] 王斌永、阮喜文(2008)。台灣蛋雞場經營管理知識庫之建立。畜產研究季刊，42，13-18。
- [4] 余祁暉(2013)。臺灣動物用疫苗產業發展現況。農業生技產業季刊，34，14-20。
- [5] 阮喜文(1997)。禽畜生產的成本結構。阮喜文，畜產經營學修訂版。中興大學教務處出版組，台中市。
- [6] 周芳君(2011)。從全球疫苗產業趨勢探討我國預防接種的政策發展。碩士論文。國立政治大學科技管理研究所，台北市。
- [7] 李宜映、林海珍(2009)。以情境分析建構台灣農業未來願景。台灣經濟研究月刊，12，41-47。
- [8] 林仁喜(2006)。蛋雞產業經濟效益分析。碩士論文。國立雲林科技大學財務金融系，雲林縣。
- [9] 林海明(2007)。生物製劑先導工廠建築規劃之研究。碩士論文。中華大學營建管理學系，新竹市。
- [10] 林漢昌(2007)。實驗動物室空調設計實例探討與環控量測數據之比較研究。碩士論文。國立台北科技大學能源與冷凍空調工程系，台北市。
- [11] 林亞歆(2014)。台灣農業生技 巧實力創新經濟 創新經濟。取自：


http://www.gbimonthly.com/v10_2014/v10coverstory_2014_00.html



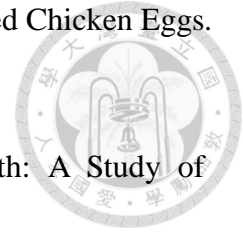
- [12] 社團法人國家生技醫療產業策進會(2007)。台灣生技醫療產業政策總體檢。取自：<http://www.ibmi.org.tw/bioindustryforum/2015>
- [13] 胡勇誌(2013)。新型流感 H5N1 疫苗的發展與挑戰。感染控制雜誌，23，41-45。
- [14] 高俊傑(1997)。種雞場經營效益診斷支援系統。碩士論文。國立中興大學動物科學系所，台中市。
- [15] 張四明(2001)。成本效益分析在政府決策上的應用與限制。行政暨政策學報，3，45-80。
- [16] 莊雅惠(2008)。生物醫療廢棄物處理技術對環境之衝擊暨成本效益分析。碩士論文。國立臺北大學自然資源與環境管理研究所，台北市。
- [17] 許育菁(2005)。蛋雞場管理模式比較與對雞蛋生產表現之影響。國立臺灣海洋大學食品科學系碩士論文。國立臺灣海洋大學食品科學系，基隆市。
- [18] 許振忠(2009)。蛋雞場生物安全良好作業規範。台北市：台北市財團法人中央畜產會。
- [19] 郭昱瑩(2005)。決策幫手：成本效益分析之概念與實務。T&D 飛訊，1-4。
- [20] 陳政忻(2007)。專訪高生製藥股份有限公司。農業生技產業季刊，15，75-79。
- [21] 陳政忻(2008)。2007 年全球動物保健市場現況。農業生技產業季刊，15，1-5。
- [22] 陳添寶(2005)。我國動物用藥品產業經營策略之研究—中國化學製藥公司為例。碩士論文。南台科技大學高階主管企管碩士班，台南市。
- [23] 彭克仲(2009)。成本效益分析應用於農場經營與規劃。興大農業期刊，70，22-27。
- [24] 黃元品、張婉純、王金和(2005)。家禽傳染性支氣管炎台灣一型減毒疫苗之評



- 估。臺灣獸醫學雜誌，31，148-154。
- [25] 黃元品、張婉純、王金和(2006)。家禽傳染性支氣管炎台灣二型減毒疫苗之評估。臺灣獸醫學雜誌，32，123-128。
- [26] 黃國鐘(2004)。成本效益分析簡評。律師雜誌，299，49-67。
- [27] 黃惠珣、黃婉婷、張志熙、李佳琳、劉定萍(2014)。2013-2014 年流感季流感疫苗保護效力評估初探。疫情報導，30，428-433。
- [28] 葉俊沐(2010)。台灣動物用藥品優良製造管理。農業生技產業季刊，22，11-14。
- [29] 詹東榮(2008)。動物用生物藥品管理現況與展望。農業生技產業季刊，15，6-13。
- [30] 劉志春(2013)。雞的飼養與管理。載於劉志春，雞類飼養與繁殖。五洲出版社，新北市。
- [31] 劉瑞珍、劉振發、張致維、黎煥耀、戴謙、陳立人(2007)。分子牧場之應用與開發 I-以母雞為生物工廠生產抗腸病毒 71 型 IgY 抗體。農業生技產業季刊，34-41。
- [32] 蔡倉吾(2010)。實驗動物管理與使用指南。行政院農業委員會，台北市。
- [33] 謝佩娟(2011)。臺北市信義區學齡前幼兒家長對其子女接種流感疫苗的意願因素分析(國立臺灣大學公共衛生碩士學位學程碩士論文)。國立臺灣大學，台北市。
- [34] Adamiak, G. (2006). Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes. *Journal of Epidemiology and Community Health* 60, 822-823.
- [35] Animal and Plant Health Inspection Service. (2011). *Veterinary Services Memorandum 800.65*. United States Department of Agriculture, the United States of America.

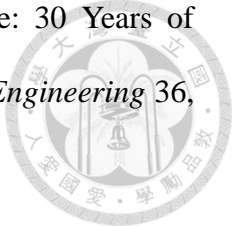
- 
- [36] Baguelin M., Hoek A.J., Jit M., Flasche S., White P.J., Edmunds WJ.. (2010). Vaccination against Pandemic Influenza A/H1N1v in England: A Real-Time Economic Evaluation. *Vaccine* 28, 2370-2384.
- [37] Booth, W.C., Colomb, G.G., Williams, J.M.. (2003). *The Craft of Research*. University of Chicago Press. The United States of America.
- [38] Burnet, F.. (1935). Propagation of the Virus of Epidemic Influenza on the Developing Egg. *Medical Journal of Australia* 2, 687-689.
- [39] Burnet, F.. (1936). Influenza Virus on the Developing Egg: I. Changes Associated with the Development of an Egg-Passage Strain of Virus. *British Journal of Experimental Pathology* 17, 282.
- [40] Burnet, F.. (1940a). Influenza Virus Infections of the Chick Embryo by the Amniotic Route. I. General Character of the Infections. *Australian Journal of Experimental Biology and Medical Science* 18, 353-360.
- [41] Burnet, F.. (1940b). Influenza Virus Infections of the Chick Embryo Lung. *British Journal of Experimental Pathology* 21, 147.
- [42] Burnet, F., Barnard, J.. (1933). A Virus Disease of the Canary of the Fowl-Pox Group. *The Journal of Pathology and Bacteriology* 37, 107-122.
- [43] Carmen, J., Andreas, M.. (2008). *The Importance of SPF-Eggs in Manufacturing and Testing of Poultry Vaccines*, In Lohmann information. Lohmann GmbH & Co.KG, Germany.
- [44] Chen, T.J., Tang, D.P.. (1987). Comparing Technical Efficiency between Import-Substitution-Oriented and Export-Oriented Foreign Firms in a Developing Economy. *Journal of Development Economics* 26, 277-289.
- [45] Chen, Z., Wang, W., Zhou, H., Suguitan, A.L., Shambaugh, C., Kim, L., Zhao, J., Kemble, G., Jin, H.. (2010). Generation of Live Attenuated Novel Influenza Virus

A/California/7/09 (H1N1) Vaccines with High Yield in Embryonated Chicken Eggs.
Journal of Virology 84, 44-51.




- [46] Chu, W.W.. (1994). Import Substitution and Export-Led Growth: A Study of Taiwan's Petrochemical Industry. *World Development* 22, 781-794.
- [47] Clements, M., Murphy, B.R.. (1986). Development and Persistence of Local and Systemic Antibody Responses in Adults Given Live Attenuated or Inactivated Influenza A Virus Vaccine. *Journal of Clinical Microbiology* 23, 66-72.
- [48] Collin, N., de Radiguès, X., the World Health Organization H1N1 Vaccine Task Force. (2009). Vaccine Production Capacity for Seasonal and Pandemic (H1N1) 2009 Influenza. *Vaccine* 27, 5184-5186.
- [49] Compans, R.W., Dimmock, N.J.. (1969). An Electron Microscopic Study of Single-Cycle Infection of Chick Embryo Fibroblasts by Influenza Virus. *Virology* 39, 499-515.
- [50] Council of Europe. (1986). *European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and Other Scientific Purposes*. Council of Europe, France.
- [51] Dekker, S., De Boer, I., Vermeij, I., Aarnink, A., Koerkamp, P.G. (2011). Ecological and Economic Evaluation of Dutch Egg Production Systems. *Livestock Science* 139, 109-121.
- [52] Drummond, M.F., Sculpher, M.J., Torrance, G.W., O'Brien, B., Stoddart, G. (2008). *Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes 3 Ed*. Oxford University Press, England.
- [53] Ellison, M., Fenger, M.. (2013). Social Investment, Protection and Inequality within the New Economy and Politics of Welfare in Europe. *Social Policy and Society* 12, 611-624.

- [54] European Pharmacopoeia Commission. (2013). *European Pharmacopoeia 8 Ed.* Council of Europe, France.
- [55] Frey, S., Vesikari, T., Szymczakiewicz-Multanowska, A., Lattanzi, M., Izu, A., Groth, N., Holmes, S.. (2010). Clinical Efficacy of Cell Culture—Derived and Egg-Derived Inactivated Subunit Influenza Vaccines in Healthy Adults. *Clinical Infectious Diseases* 51, 997-1004.
- [56] Furuya, Y., Regner, M., Lobigs, M., Koskinen, A., Müllbacher, A., Alsharifi, M.. (2010). Effect of Inactivation Method on the Cross-Protective Immunity Induced by Whole Killed Influenza A Viruses and Commercial Vaccine Preparations. *Journal of General Virology* 91, 1450-1460.
- [57] Gréco, M.. (2001). Key Drivers behind the Development of Global Vaccine Market. *Vaccine* 19, 1606-1610.
- [58] Habel, K.. (1945). Cultivation of Mumps Virus in the Developing Chick Embryo and Its Application to Studies of Immunity to Mumps in Man. *Public Health Reports* 60, 201-212.
- [59] Hanley, N., Spash, C.L.. (1993). *Cost-Benefit Analysis and the Environment.* Edward Elgar Publishing, England.
- [60] Hardy, C.T., Young, S.A., Webster, R.G., Naeve, C.W., Owens, R.J.. (1995). Egg Fluids and Cells of the Chorioallantoic Membrane of Embryonated Chicken Eggs Can Select Different Variants of Influenza A (H3N2) Viruses. *Virology* 211, 302-306.
- [61] Kennedy, D.. (1981). Cost-Benefit Analysis of Entitlement Problems: A Critique. *Stanford Law Review* 33, 387-445.
- [62] Luginbuhl, R.. (2000). The Commercial Production of Specific-Pathogen-Free Eggs and Chickens: The Evolution of an Industry. *Avian Diseases* 40, 632-637.

- 
- [63] Matthews, J.. (2006). Egg-Based Production of Influenza Vaccine: 30 Years of Commercial Experience. *Bridge-Washington National Academy of Engineering* 36, 17.
- [64] Moss, W.J., Griffin, D.E.. (2006). Global Measles Elimination. *Nature Review Microbiology* 4, 900-908.
- [65] National Research Council. (1997). *Occupational Health and Safety in the Care and Use of Research Animals*. The National Academies Press, the United States of America.
- [66] National Research Council. (2011). *Guide for the Care and Use of Laboratory Animals 8 Ed*. The National Academies Press, the United States of America.
- [67] Organisation for Economic Co-operation and Development. (2006). *Recent Development*, In *Cost-Benefit Analysis and the Environment*. OECD Publishing, France.
- [68] Organisation for Economic Co-operation and Development. (2006). *The Stages of a Practical Cost-benefit Analysis*, In: *Cost-Benefit Analysis and the Environment*. OECD Publishing, France.
- [69] Phelan, C., Rustichini, A.. (2015). Pareto Efficiency and Identity. *National Bureau of Economic Research Working Paper Series* 20883.
- [70] Reed, S.G., Bertholet, S., Coler, R.N., Friede, M.. (2009). New Horizons in Adjuvants for Vaccine Development. *Trends in Immunology* 30, 23-32.
- [71] Reisinger, K.S., Block, S.L., Izu, A., Groth, N., Holmes, S.J.. (2009). Subunit Influenza Vaccines Produced from Cell Culture or in Embryonated Chicken Eggs: Comparison of Safety, Reactogenicity, and Immunogenicity. *Journal of Infectious Diseases* 200, 849-857.
- [72] Rimmelzwaan, G.F., Osterhaus, A.D.. (2001). Influenza Vaccines: New

Developments. *Current Opinion in Pharmacology* 1, 491-496.

- 
- [73] Robertson, J.. (1993). Clinical Influenza Virus and the Embryonated Hen's Egg. *Reviews in Medical Virology* 3, 97-106.
- [74] Sheridan, C.. (2005). The Business of Making Vaccines. *Nature Biotechnology* 23, 1359-1366.
- [75] Subbarao, K., Klimov, A., Katz, J., Regnery, H., Lim, W., Hall, H., Perdue, M., Swayne, D., Bender, C., Huang, J.. (1998). Characterization of an Avian Influenza A (H5N1) Virus Isolated from A Child with a Fatal Respiratory Illness. *Science* 279, 393-396
- [76] Tree, J.A., Richardson, C., Fooks, A.R., Clegg, J.C., Looby, D.. (2001). Comparison of Large-Scale Mammalian Cell Culture Systems with Egg Culture for the Production of Influenza Virus A Vaccine Strains. *Vaccine* 19, 3444-3450.
- [77] Ulmer, J.B., Valley, U., Rappuoli, R.. (2006). Vaccine Manufacturing: Challenges and Solutions. *Nature Biotechnology* 24, 1377-1383.
- [78] United States Department of Agriculture. (2012). *ARS Facilities Design Standards*. Animal Facility, Facilities Division, Facilities Engineering Branch AFM/ARS, the United States of America.
- [79] Watson, B.K., Coons, A.H.. (1954). Studies of Influenza Virus Infection in the Chick Embryo Using Fluorescent Antibody. *The Journal of Experimental Medicine* 99, 419-428.
- [80] Wolfensohn, S., Lloyd, M.. (2013). *Handbook of Laboratory Animal Management and Welfare*. Wiley-Blackwell, England.
- [81] Wood, J.M., Robertson, J.S.. (2004). From Lethal Virus to Life-Saving Vaccine: Developing Inactivated Vaccines for Pandemic Influenza. *Nature Reviews Microbiology* 2, 842-847.

- [82] World Health Organization. (2005). *Recommendations for the Production and Control of Influenza Vaccines*. WHO Press, Switzerland
- [83] Zhang, G. (2013). Accounting Standards, Cost of Capital, Resource Allocation, and Welfare in a Large Economy. *The Accounting Review* 88, 1459-1488.
- [84] World Health Organization. (2012). *GAP: Guidance on Development and Implementation of a National Deployment and Vaccination Plan for Pandemic Influenza Vaccines*. WHO Press, Switzerland.

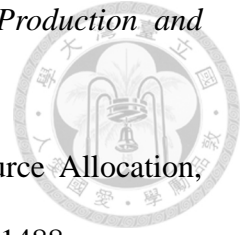


Table 1

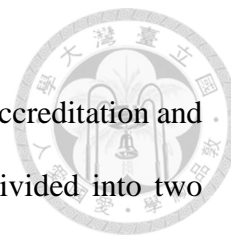
According to the eighth edition of the European Pharmacopoeia specifications for pathogens of SPF chickens, the SPF flocks must be established and maintained by the following examination methods listed in the table.



Pathogen	Examination method	Verticle transmission	Transmission speed
Avian Adenovirus group 1	AGP, EIA	Yes	Slow
Avain encephalomyelitis virus	AGP, EIA	Yes	Fast
Avain infectious bronchitis virus	HI, EIA	No	Fast
Avian infectious laryngotracheitis virus	VN, EIA	No	Slow
Avian leucosis viruses	VN, EIA	No	Slow
Avain nephritis virus	IS	No	Slow
Avain orthoreoviruses	IS, EIA	Yes	Slow
Avain reticuloendotheliosis virus	AGP, IS ,EIA	Yes	Slow
Chicken anemia virus	IS, EIA, VN	Yes	Slow
Egg drop syndrome virus	HI, EIA	Yes	Slow
Infectious bursal disease virus	Serotype 1 : AGP, EIA, VN	No	Fast
	Serotype 2 : VN		
Influenza A virus	AGP, EIA, HI	No	Fast
Merek's disease virus	AGP	No	Fast
Newcastle disease virus	HI, EIA	No	Fast

Pathogen	Examination method	Verticle transmission	Transmission speed
Turkey rhinotracheitis virus	EIA	No	Slow
<i>Mycoplasma gallisepticum</i>	Agg + HI	Yes	Slow
<i>Mycoplasma synoviae</i>	Agg + HI, EIA, HI	Yes	Fast
<i>Salmonella Pollorum</i>	Agg	Yes	Slow

(European Pharmacopoeia Commission, 2013)

Table 2

The procedure of applying for accreditation from Association for Accreditation and Assessment of Laboratory Animal Care International (AAALAC) is divided into two stages, document review and visits. Annual report and document providing are necessary for the maintenance of the certification.

Category of Accreditation	Is the institution accredited?	Maximum number of months to correct mandatory item(s)
Award Full Accreditation	Yes	N/A
Award Accreditation with Condition	Yes	Correction of the mandatory item(s) to be reported in next Annual Report or at the discretion of Council. By vote of Council, up to a total of 24 months. Note that these are not calendar months, but rather represent the number of months granted by Council in each letter to the institution.
Award Provisional Status	No	No. But provide the opportunity for the institution to appeal this decision.
Withhold Accreditation		N/A

(Data originated from AAALAC)

Table 3

Demand of SPF chicken embryonic eggs produced by Animal Health Research Institute (AHRI) between 2001 and 2005.



Demander	Amount of embryonic eggs	Percentage
AHRI	157,934 (31,586.8/ year)	42%
AHRI (bureau of drug examination)	6,470 (1,294.0/ year)	2%
School		
Research institute	85,537 (17,107.4/ year)	23%
Medical institutions		
Local vaccine manufactors	127,915 (25,583.0/ year)	33%
Others	12	0%

(Lin et al., 2006).

Table 4

At AHRI, SPF flocks should be examined on a quarterly basis by the following program to ensure the “cleanness” of embryonic eggs produced by hens.

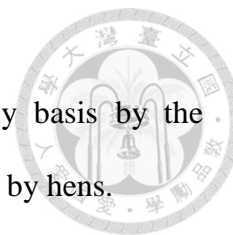


Pathogen	Examination methods
Newcastle Disease Virus	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Infectious Bronchitis Virus	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Infectious Bursal Disease Virus	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Avian Pneumonia	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Infectious Laryngotracheitis Virus	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Adenovirus (Egg Drop Syndrome)	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Reovirus	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
<i>Mycoplasma Synoviae</i>	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
<i>Mycoplasma Gallisepticum</i>	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Avian Encephalomyelitis-Like Virus	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Avian Influenza Virus-Type A	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Avian Lymphoid Leukosis Group A, B, J	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Reticuloendotheliosis Virus	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Chicken Anaemia Virus	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Salmonella Pullorum	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Chicken Poxvirus	Clinical
Chicken Coryza	Clinical

(Data originated from AHRI)

Table 5

At X company, SPF flocks should be examined on a quarterly basis by the following program to ensure the “cleanness” of embryonic eggs produced by hens.



Pathogen	Examination methods
Avian Adenovirus Group I	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Avian Adenovirus Group III	Haemagglutination Inhibition Test
Avian Encephalomyelitis Virus	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Avian Influenza Virus Type A	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Avian Nephritis Virus	Real-Time PCR
Chicken Anemia Virus	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Infectious Coryza	Cultured, Real-Time PCR
Infectious Bronchitis Virus-Mass, Conn Strain	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Infectious Bronchitis Virus-Arkanasa, JMK Strain	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Infectious Bursal Disease Virus	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Infectious Laryngotracheitis Virus	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Avian Lymphoid Leukosis Group A, B, J	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Marek's Disease Virus	Real-Time PCR
Mycoplasma Gallisepticum	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Mycoplasma Synoviae	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Newcastle Disease Virus	Haemagglutination Inhibition Test
Avian Reticuloendotheliosis Virus	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay

Pathogen	Examination methods
<i>Salmonella</i> Pullorum	PRT
<i>Salmonella</i> Enteritidis	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Lymphoid Leukosis Virus	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Avian Pneumovirus	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Rhinotracheitis Virus	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay

(Data originated from X company)

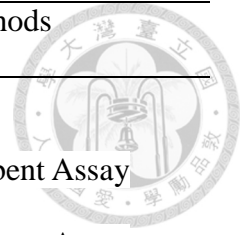


Table 6

Conventional clean status of embryonic eggs for vaccine production and experiments in Taiwan are provided by local farms, official institute AHRI and Taiwan Livestock Research Institute (TLRI).



Supplier	Species	Average amount	Supply for
Local farm B	Chicken	10,000,000	Local vaccine manufactors
AHRI	Duck	5,304	AHRI
TLRI	Goose	600	AHRI

(Data originated from local farm B, AHRI, and TLRI)

Table 7

At AHRI, conventional clean flocks should be examined on a quarterly basis by the following program to ensure the “cleanness” of embryonic eggs produced by ducks.



Pathogen	Examination methods
Goose Parvovirus	Serum Neutralization, Real-Time PCR
Muscovy Duck Parvovirus	Serum Neutralization, Real-Time PCR
Duck Hepatitis A Virus	Virus Neutralization, Real-Time PCR
<i>Riemerella Anatipestifer</i>	Polymerase Chain Reaction

(Data originated from AHRI)

Table 8

At TLRI, conventional clean flocks should be examined regularly by the following program to ensure the “cleanness” of embryonic eggs produced by goose.

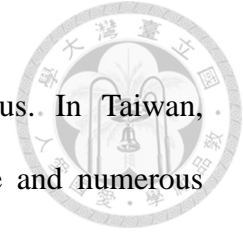


Pathogen	Examination method
Parvovirus	Polymerase Chain Reaction
Duck Hepatitis Virus	Polymerase Chain Reaction
Paramyxoviridae	Haemagglutination Inhibition Test
Avian Influenza Virus	Enzyme Immunoassay
Reoviruses	Enzyme Immunoassay
Birnaviridae	Enzyme Immunoassay
Atadenovirus	Haemagglutination Inhibition Test
Pasteurella	Western Blot
<i>Salmonella Pullorum</i>	PRT


(Data originated from TLRI)

Table 9

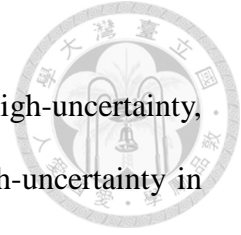
Embryonic eggs can be used for proliferation of lots of virus. In Taiwan, embryonic eggs have been applied in human influenza virus vaccine and numerous avian virus based vaccine development and production.



	Vaccine candidate	Local production	Export
Human	Influenza virus、Measles virus、		
	Mumps virus、Rubella virus、Rabies		
	virus、Yellow fever virus、Avian		Measles virus、
	oncolytic viruses、Smallpox virus、		Mumps virus、
	Recombinant poxvirus、Tick-borne	Influenza virus	Rubella virus、
	encephalitis virus、Sindbis virus、		Rabies virus
	Semliki forest virus、Venezuelan		
	EEV virus		
Avian	Influenza virus、Reovirus、Fowlpox	Fowlpox virus、	Reovirus、Chicken
	virus、Wild type & recombinant	Poxviruses、Egg	Anemia virus、
	poxviruses、Egg drop syndrome	drop syndrome	Marek's disease
	virus、Newcastle disease virus、	virus、Newcastle	virus、Herpes
	Infectious bursal disease virus、	disease virus、	virus、Avian
	Avian adenovirus (type I, II &	Infectious bursal	Encephalomyelitis
	III)、Polyoma virus (type I & II)、	disease virus、	virus
Herpes virus、Infectious bronchitis	Infectious		

	virus 、 Avian Encephalomyelitis	bronchitis virus 、	
	Vaccine candidate	Local production	
	virus 、 Chicken Anemia virus 、		
	Marek's disease virus 、 Parvovirus		
Other	Influenza virus 、 Eastern equine		
domestic	encephalitis virus 、 Bovine	Parvovirus	
animals	parainfluenza virus 、 Bovine Ibaraki		
	virus 、 Swine japanese encephalitis		
	virus 、 Rabies virus		
	Canine distemper virus 、 Canine		
Pet	parainfluenza virus		

(Data originated from Sigma-Aldrich Co. LLC)

Table 10

Analyze the key driving forces among the high-importance and high-uncertainty, high-importance and medium-uncertainty, medium-importance and high-uncertainty in the array, and select the demand of egg, sales volume, and price of egg as the main uncertainty factors in the scenario analysis.

		Importance		
		High	Medium	Low
Uncertainty	High	Demand of egg Sales volume	Vaccine import substitution and export expansion	Team recruitment Resource acquirement
	Medium	Production cost Price of egg	Capacity expansion of vaccine produciton Breed acquirement	Related certification acquirement
	Low	Policy Disease Disaster	Vaccine production efficiency Egg production of layers	Change of the interest rates

Table 11

Directions and purposes of different classification of functional units by cleanliness grade and the relative pressures required.



Classification	Cleaness	Relative pressures	Directions	Purpose
Barrier space	High	++	Spread of exogenous contamination should be avoided by installation of HEPA filter and alternative air systems	Animal rooms Clean corridors
Conventional space	Medium	+	Regulation of airflow is less strict than barrier space and containment space	Receiving room Quarantine room Storage area Prepare room Changing room and shower Office
Containment space	Low	-	Spread of endogenous contamination should be avoided by installation of HEPA filter and alternative air systems	Washing room Sterilization room Dirty corridors Waste storage areas

Table 12

Biosafety route planned by the cleanliness status required for different items.



Item	Biosafety route			
	General	Clean	Sterilized	Contaminated
Sterilized feed	Receiving room	Fumigation	Storage room	Dirty corridor Waste storage area
Drinking water	Pipeline	Boiling	Pipeline	Wastewater facilities
Wash water	Pipeline			Wastewater facilities
Equipment	Receiving room	Autoclave	Animal room Hatchery	Dirty corridor Waste storage area
Breeding eggs	Receiving room Quarantine room	Fumigation	Hatchery	Dirty corridor Waste storage area
Staff	Buffer zone Changing room and shower		Animal room Hatchery	Dirty corridor Changing room and shower
Maintenance person	Engine room			

Table 13

For the animal welfare and the health of laboratory animals, cage size should be adjusted to the weight of chicken raised.



Chicken weight (kg)	Cage size (m ² / chicken)
< 0.25	0.023
0.25 - 0.50	0.046
0.51 - 1.50	0.093
1.60 - 1.30	0.186
> 1.30	> 0.297

(Editorial Committee for the guide of the care and use of laboratory animals, 2010)

Table 14

Programs for establishing and maintenance of SPF flocks.



Grade	Generation	Examination program
	New flock 1	Vertically transmissible diseases
	New flock 2	Vertically transmissible diseases
		Vertically transmissible diseases
	Pre-SPF 1	Antigen and antibody of leucosis virus (before week 20) <i>Salmonella</i> (since week 8)
General		Regular examination (since week 20)
		Antigen and antibody of leucosis virus (before week 20)
	Pre-SPF 2	<i>Salmonella</i> (since week 8)
		Regular examination (since week 20)
		Antigen and antibody of leucosis virus (before week 20)
	Pre-SPF 3	<i>Salmonella</i> (since week 8)
	Pre-SPF 3	Regular examination (since week 20)
	SPF flock	Vertically transmissible diseases (after laying period)
		Antigen and antibody of leucosis virus (before week 20)
		<i>Salmonella</i> (since week 8)
SPF	SPF flock	Regular examination (since week 20)
		Vertically transmissible diseases (after laying period)
		<i>Salmonella</i> (since week 8)
	New SPF flock	Antigen and antibody of leucosis virus and regular examination (2 examination between week 12-16, week 16-20)

(European Pharmacopoeia Commission, 2013) °

Table 15

Adequate raising temperature for the chicken of different ages in Taiwan.



Week of age	1	2	3	4	5	6
Indoor temperature ^{°C}	26	24	22	20	18	16
Temperature in the center of heater ^{°C}	35-32	31-30	29-28	27-24	23-20	19

(Liu, 2013)

Table 16

Adequate humidity for the chicken must be adjusted by the seasons in Taiwan.



Season	Indoor humidity %
Winter	65-60 (below 75)
Summer	60 (between 45-75)

(Liu, 2013)

Table 17

Functional space should be designed with different relative pressures to ensure the direction of air flow will not cause cross-contamination between different spaces.



Type of space	Purpose for the space	Relative pressures
Barrier space	SPF animal rooms clean storage rooms	++
Conventional space	Corridors	+
Containment space	Dirty processing chambers	-
Outdoors	Outdoors	Normal

(Liu, 2013)

Table 18

Fed.Std.209E Standard for particulate and pollutant regulation in the clean room.



Cleaness grade	class		Particle $\geq 5 \mu\text{m}$		Particle $\geq 0.5 \mu\text{m}$	
	Imperial units	SI	/ft ³	/m ³	/ft ³	/m ³
SPF	100K	M6.5	700	24,700	100,000	3,530,000
		M6.0	175	6,180	28,300	1,000,000

(Liu, 2013)

Table 19

Design of different types of coop in the Third Department of Animal Husbandry of Animal Health Research Institute.

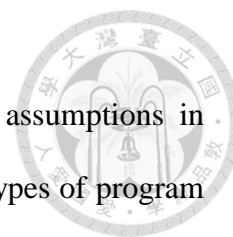


Croop type	Design of the coop (m ³)	Numbers of chicken
Chicks house	13 * 12 * 3	2,600 to 2,500
Young chicken house	13 * 12 * 3	1,600 to 1,800
Breeder house	50 * 13 * 3	35,000 to 40,000

Note: All of croops have cooling pad systems and other automated control systems for light control, temperature control, feeding, and egg collecting. (Data originated from the Third Department of Animal Husbandry)

Table 20

Estimation of construction cost and annual operation cost with assumptions in Chapter 4 shows that both construction and operation cost of different types of program will raise with the increase of the chickens raised.

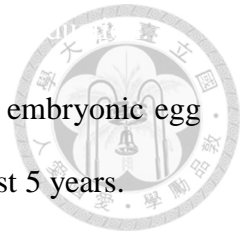


Chickens raised	SPF program		Conventional clean program	
	Construction	Operation	Construction	Operation
1,000	68,376,114	9,285,241	2,527,277	3,139,226
2,000	89,853,054	13,495,808	4,787,073	3,533,904
3,000	111,329,994	17,707,291	7,047,377	3,928,583
4,000	132,806,934	22,806,858	9,307,681	4,325,178
5,000	154,283,874	27,906,425	11,567,985	5,386,857
6,000	175,760,814	33,005,992	13,828,289	6,448,536
7,000	197,237,754	38,105,559	16,088,593	7,510,214
8,000	218,714,694	43,205,126	18,348,897	8,571,893
9,000	240,191,634	48,304,693	20,609,201	9,633,571
10,000	261,668,574	53,404,260	22,869,505	10,695,250

(NTD in 2015)

Table 21

Estimation of appropriate raising scale of chicken and quantity of embryonic egg production based on supply and demand of the market research in the past 5 years.

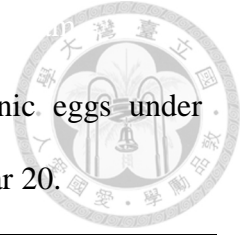


Program	Active investment		Conserved investment	
	Eggs	Chicken raised	Eggs	Chicken raised
SPF	1,300,000*	8,798	100,000#	677
Conventional clean	17,000,000#	115,051	13,000,000+	87,981

(Data originated from * BAPHIQ, # Statistics of vaccine, +interviews)

Table 22

The table show the pricing and sales volume of SPF embryonic eggs under different scales of investment to make the NPV positive at the end of year 20.



Sales vol.	SPF program			Conventional clean program			
	Active	Mid- Active	Mid- Conserved	Conserved	Active	Mid	Conserved
100%	55.6	58.2	64.9	147.0	9.0	9.0	9.14
90%	61.7	64.6	72.1	163.4	10.0	10.0	10.0
80%	69.5	72.7	81.2	183.8	11.0	11.0	11.3
70%	79.4	83.1	92.7	210.0	12.9	12.9	12.9
60%	92.6	96.9	108.2	245.0	15.0	15.0	15.0
50%	111.1	116.3	129.8	294.0	18.0	18.0	18.0
40%	138.9	145.4	162.3	367.5	22.5	22.5	22.5
30%	185.1	193.8	216.3	490.0	30.0	30.0	30.0
20%	277.7	290.7	324.5	735.0	45.0	45.0	45.0
10%	555.3	581.3	648.9	1469.9	89.9	89.9	89.9

(NTD in 2015)

Table 23

NPV of SPF production program show the profit for decision maker (investor) under active investment, the loss of decision maker (investor) under conserved investment, and the loss of competitors (local embryonic egg suppliers) under active and conserved investments at the end of year 20.

Process	Decision maker		Competitors	
	Active investment	Conserved investment	Active investment	Conserved investment
Construction	(235,849,735)	(61,433,833)	-	-
Operation	(788,004,344)	(145,784,306)	-	-
Egg sales	1,186,930,132	91,302,318	(785,385,322)	(785,385,322)
Byproduct sales	9,907,082	762,083	-	-
Net benefit	172,983,135	(115,153,738)	(785,385,322)	(785,385,322)

(NTD in 2015)

Table 24

NPV of conventional clean production program show the profit for decision maker (investor) under both active and conserved investments, and the loss of competitors (local embryonic egg suppliers) under active and conserved investments at the end of year 20.

Process	Decision maker		Competitors	
	Active investment	Conserved investment	Active investment	Conserved investment
Construction	(260,311,284)	(19,914,268)	-	-
Operation	(1,956,836,205)	(1,496,716,030)	-	-
Egg sales	3,021,894,657	2,310,860,620	(3,021,894,657)	(2,310,860,620)
Byproduct sales	129,554,145	99,070,817	-	-
Net benefit	934,301,313	893,301,139	(3,021,894,657)	(2,310,860,620)

(NTD in 2015)

Table 25

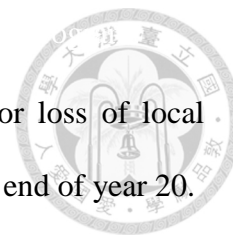
NPV of SPF production program show the profit for local vaccine manufacturers under both active and conserved investments at the end of year 20.

Process	Local human live		Local avian live	
	vaccine manufacturers		vaccine manufacturers	
	Active investment	Conserved investment	Active investment	Conserved investment
Egg sales	Without local human live		(1,186,930,132)	(91,302,318)
Cost saving	vaccine manufacturers		2,112,932,851	785,385,322
Net benefit			926,002,719	694,083,004

(NTD in 2015)

Table 26

NPV of conventional clean production program show no profit or loss of local vaccine manufacturers under both active and conserved investments at the end of year 20.



Process	Local human inactivated vaccine manufacturers		Local avian inactivated vaccine manufacturers	
	Active investment	Conserved investment	Active investment	Conserved investment
	Egg sales	(2,115,326,260)	(1,617,602,434)	(906,568,397)
Cost saving	2,115,326,260	1,617,602,434	906,568,397	693,258,186
Net benefit	0	0	0	0

(NTD in 2015)

Table 27

NPV of SPF active investment among stakeholders show the profit of the industry, decision maker (investor) and local vaccine manufacturers, the loss of competitors at the end of year 20.

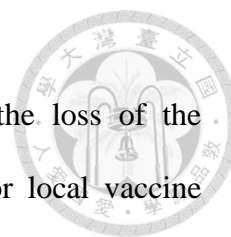


Process	SPF program (active investment)		
	Decision maker	Competitors	Local vaccine manufacturers
Construction	(235,849,735)	-	-
Operation	(788,004,344)	-	-
Egg sales	1,186,930,132	(785,385,322)	(1,186,930,132)
Byproduct sales	9,907,082	-	-
Cost saving	-	-	2,112,932,851
Net benefit	172,983,135	(785,385,322)	926,002,719
Industry benefit			313,600,532

(NTD in 2015)

Table 28

NPV of SPF conserved investment among stakeholders show the loss of the industry, decision maker (investor) and the competitors, the profit for local vaccine manufacturers at the end of year 20.

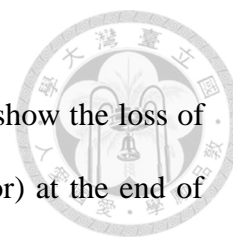


Process	SPF program (conserved investment)		
	Decision maker	Competitors	Local vaccine manufacturers
Construction	(61,433,833)	-	-
Operation	(145,784,306)	-	-
Egg sales	91,302,318	(785,385,322)	(91,302,318)
Byproduct sales	762,083	-	-
Cost saving	-	-	785,385,322
Net benefit	(115,153,738)	(785,385,322)	694,083,004
Industry benefit			(206,456,056)

(NTD in 2015)

Table 29

NPV of conventional clean active investment among stakeholders show the loss of the industry and the competitors, the profit for decision maker (investor) at the end of year 20.

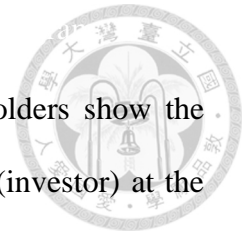


Process	Conventional clean program (active investment)		
	Decision maker	Competitors	Local vaccine manufacturers
Construction	(260,311,284)	-	-
Operation	(1,956,836,205)	-	-
Egg sales	3,021,894,657	(3,021,894,657)	(3,021,894,657)
Byproduct sales	129,554,145	-	-
Cost saving	-	-	3,021,894,657
Net benefit	934,301,313	(3,021,894,657)	0
Industry benefit			(2,087,593,344)

(NTD in 2015)

Table 30

NPV of conventional clean conserved investment among stakeholders show the loss of the industry and the competitors, the profit for decision maker (investor) at the end of year 20.



Process	Conventional clean program (conserved investment)		
	Decision maker	Competitors	Local vaccine manufacturers
Construction	(19,914,268)	-	-
Operation	(1,496,716,030)	-	-
Egg sales	2,310,860,620	(2,310,860,620)	(2,310,860,620)
Byproduct sales	99,070,817	-	-
Cost saving	-	-	2,310,860,620
Net benefit	893,301,139	(2,310,860,620)	0
Industry benefit			(1,417,559,481)

(NTD in 2015)

Table 31

Assume values of the cost of programs used in the study.



	SPF program		Conventional clean program		
	/m ²	/chicken	other	/m ²	/chicken
P _L	7,236			7,236	
P _O	16,616			1,480	
P _I	42,732				
P _D	27,191	1,345	3,716,000		350
P _{HR}		889			667
P _{BR}		1,300			30
P _P	3,625				8
P _F		30			12
P _T		43,200			1,000
P _{other}			120,000		75,000
P _{REM}		30			30
P _{ST}		47			47

(NTD in 2015)

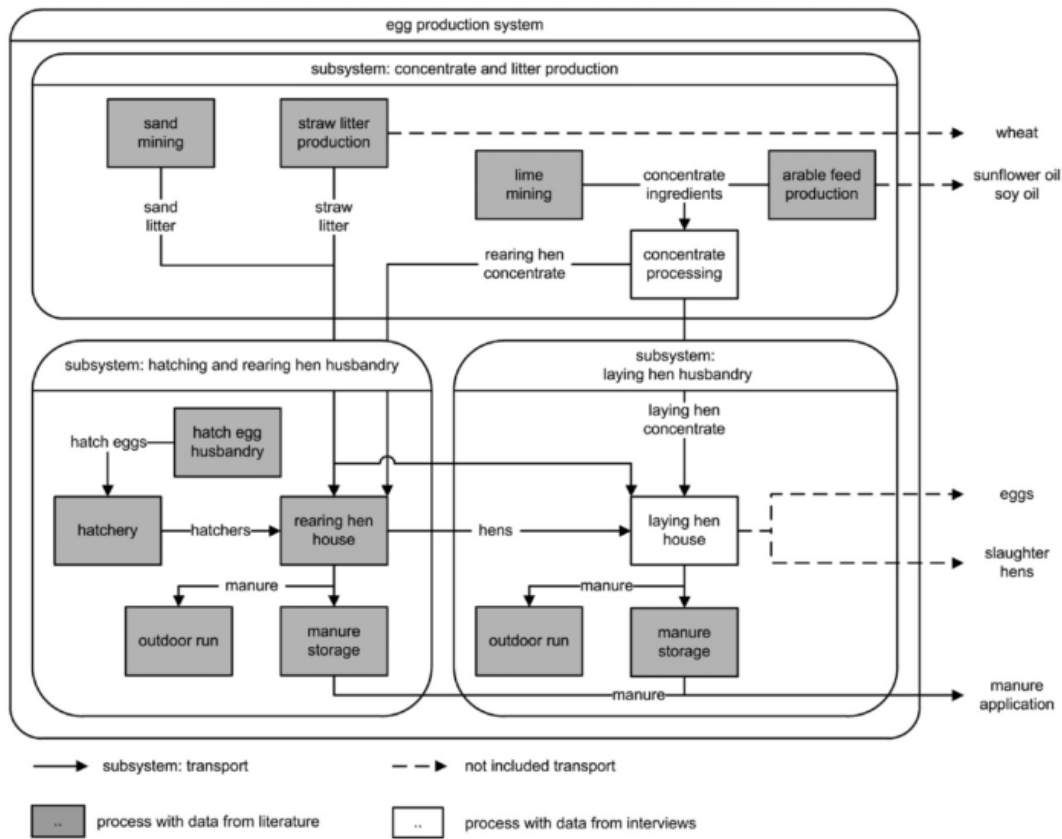


Figure 1

Life Cycle Assessment was used to evaluate the ecological impacts caused by different cage feeding patterns by establishing 4 subsystems within a functional unit and calculating the 9 ecological indices of different layer raising programs (Dekker *et al.*, 2011).

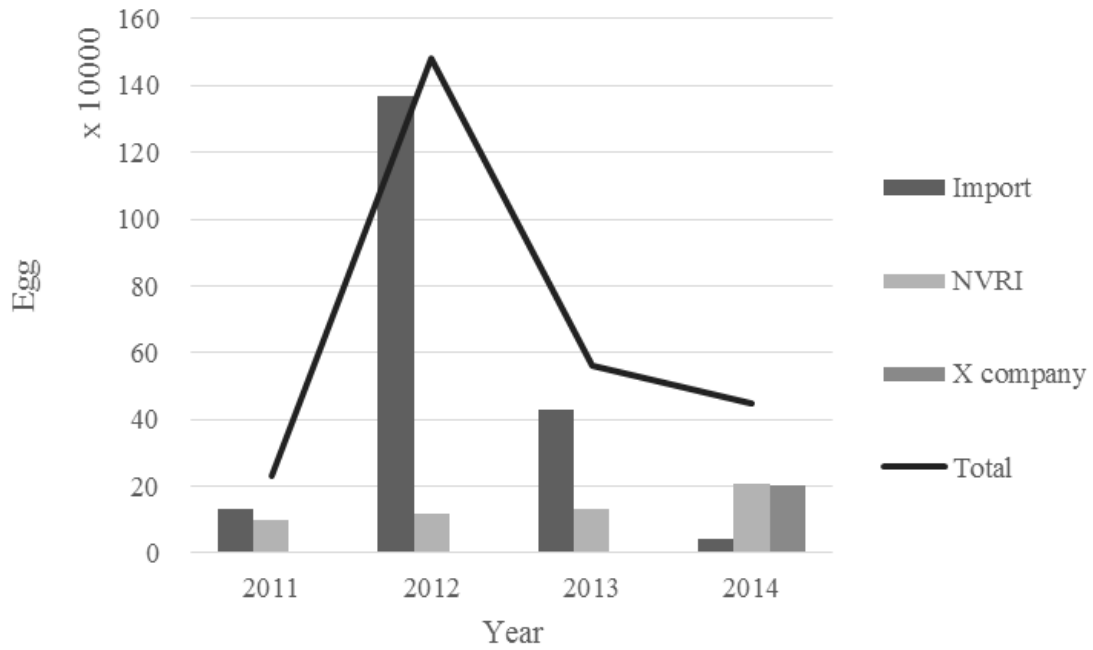


Figure 2

SPF chicken embryonic eggs had only produced by AHRI in Taiwan during the past days. Because of the insufficiency and lack of certification of domestic SPF embryonic eggs, local vaccine manufacturers had to buy those eggs from other countries at prices (150 NTD in average) much higher than local ones (65 NTD in average). At the end of 2014, a local company X had joined the production of domestic SPF embryonic eggs in Taiwan. (Data originated from AHRI and X company information)

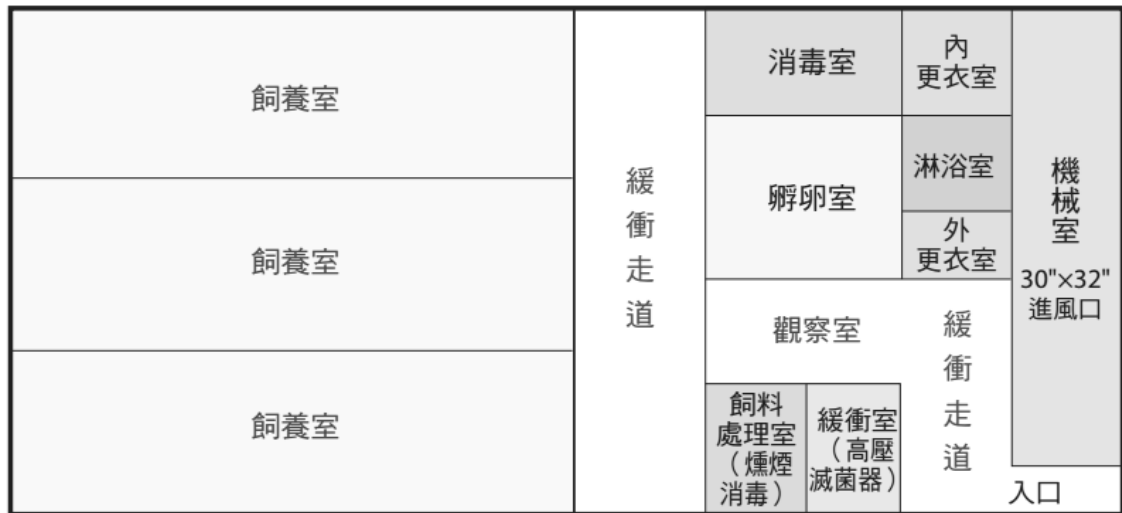


Figure 3

There are 4 animal rooms in the SPF chicken building at AHRI, which are designed for layer production (unit 3 and 6) and chick raising (unit2 and 5). By means of strict biosafety route and all-in-all-out strategy, the health of chicken and the clean status of SPF eggs are in a well control. (Data originated from AHRI)



Figure 4

With the development of publicly funded flu vaccine policy, the demand of the human influenza inactivated vaccine has been risen. Sales of local vaccines also have had a steady trend of growth, reaching a 43% of market share on 2013. (Data originated from TFDA)

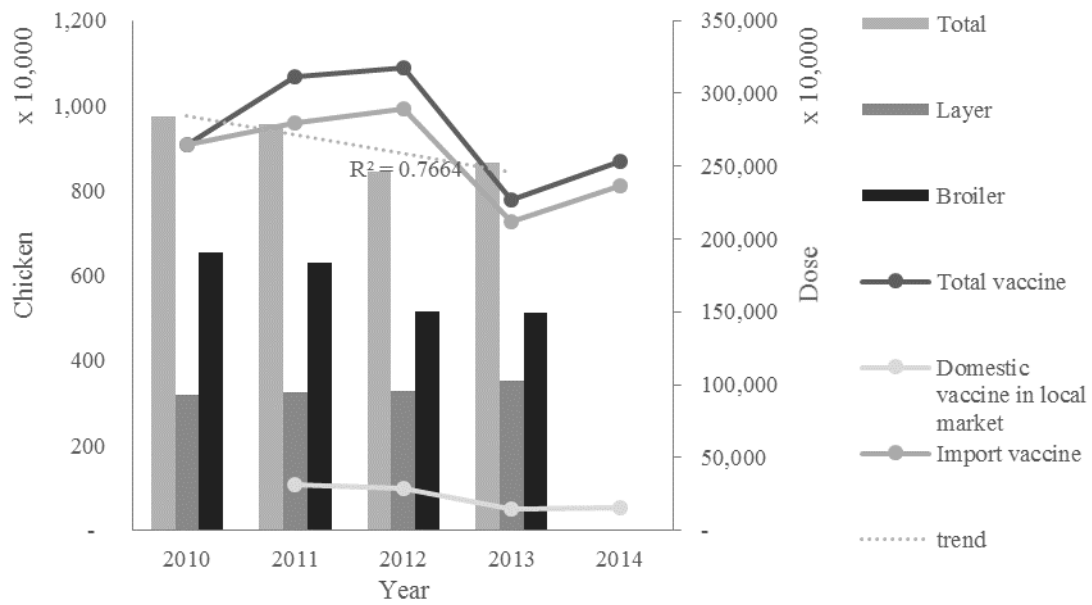


Figure 5

Both of domestic and import avian live vaccine had decrease because of the decline of poultry raised in Taiwan in the past years. Recently, the portion of domestic vaccine used in local market is about 10%. (Data originated from AHRI)

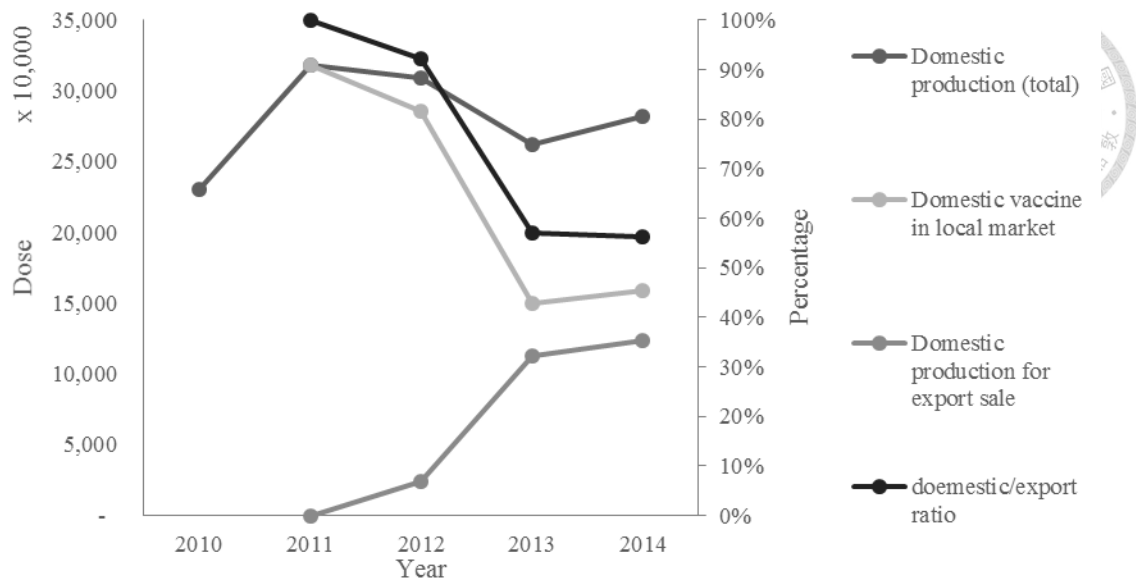


Figure 6

Even though the production and sales of domestic avian live vaccine in local market had declined between in 2010-2014, the portion of vaccine exported had dramatically risen. Accordingly, the GACR of total amount of domestic avian live vaccine has a 5.19% rise in the past 5 years. (Data originated from AHRI, 2015)

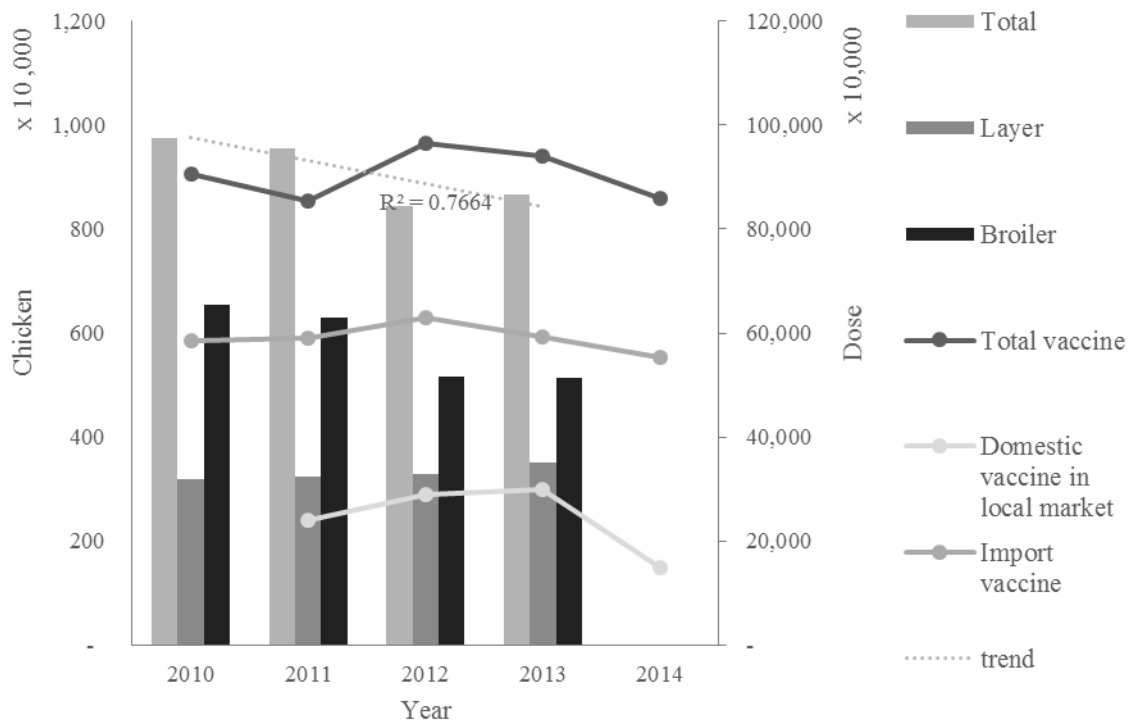


Figure 7

Both of domestic and import avian inactivated vaccine had decrease because of the decline of poultry raised in Taiwan in the past years. Recently, the portion of domestic vaccine used in local market is about 34.72%. (Data originated from AHRI, 2015)

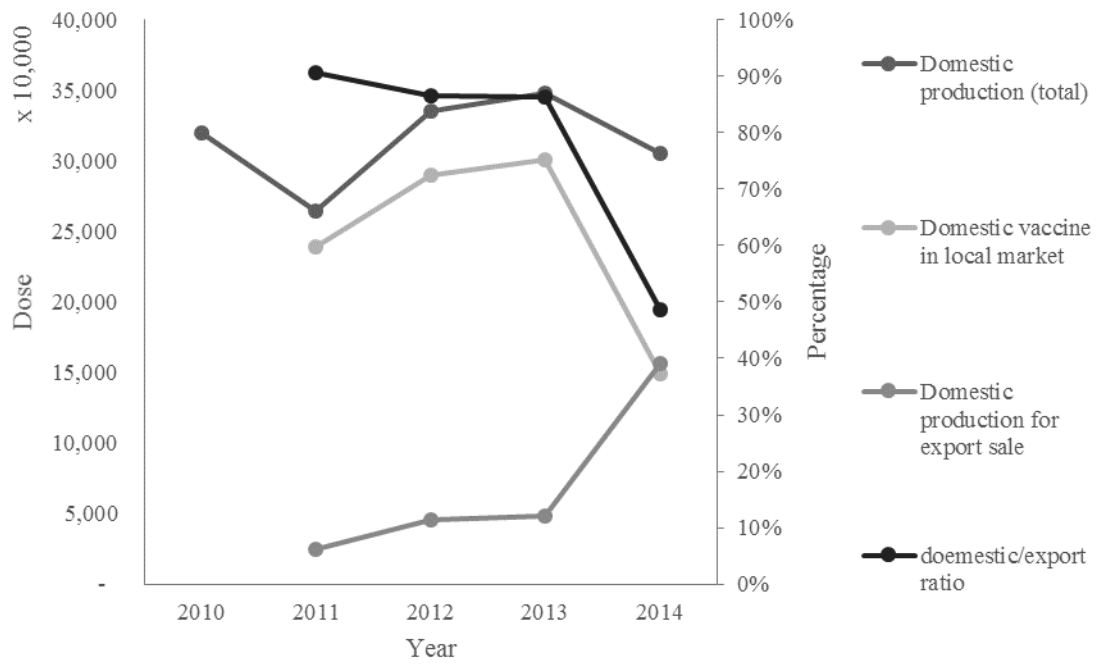


Figure 8

Even though the production and sales of domestic avian inactivated vaccine in local market had declined between in 2010-2014, the portion of vaccine exported had dramatically risen. (Data originated from AHRI)

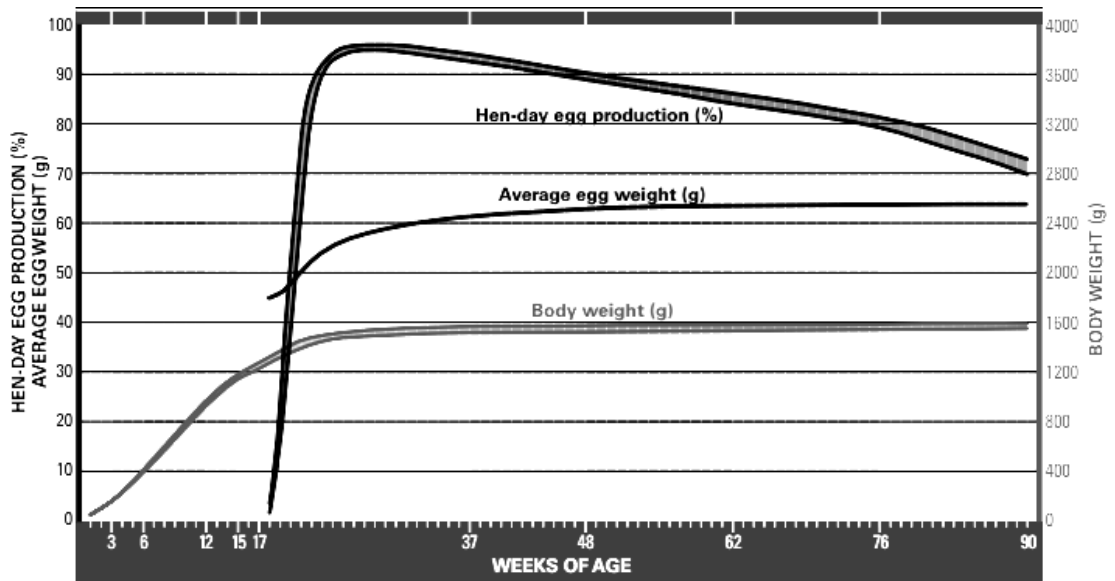


Figure 9

The performance of Hyaline-36 breed layer shows the egg production period will rise at week 19, and falls gradually after the peak of week 32. (Data originated from Hy-Line International)

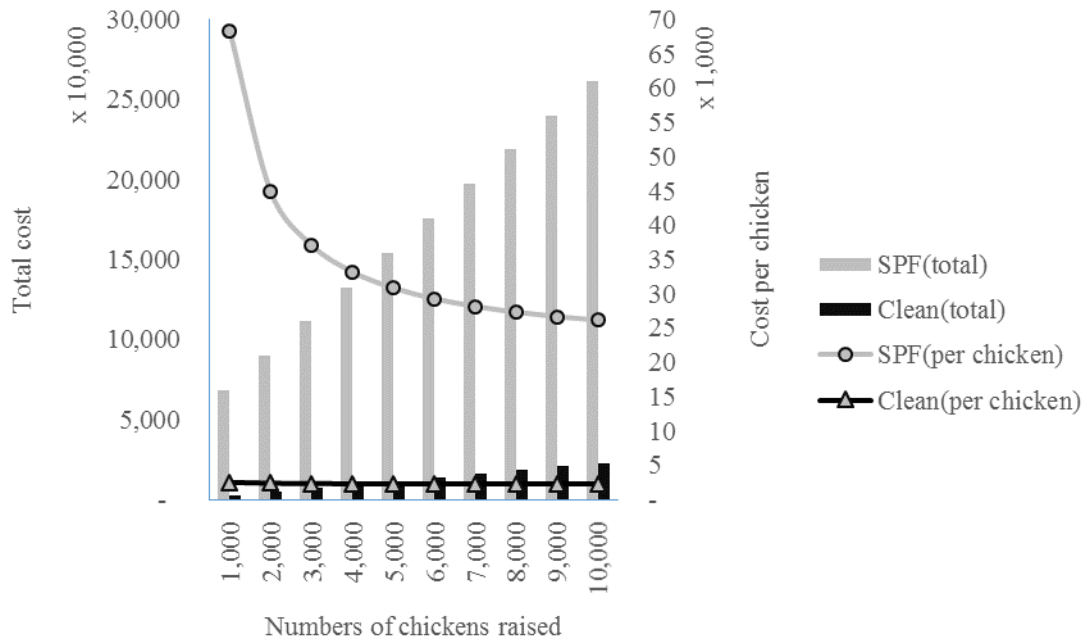


Figure 10

Construction costs of SPF (SPF gray bars) program are higher than those of conventional clean (Clean black bars) program. The marginal construction costs of SPF (SPF gray line with circle nodes) grade program decrease more than those of conventional clean (Clean black line with triangle nodes) grade program do, and become most efficient when more than 4,000 chicken are raised.

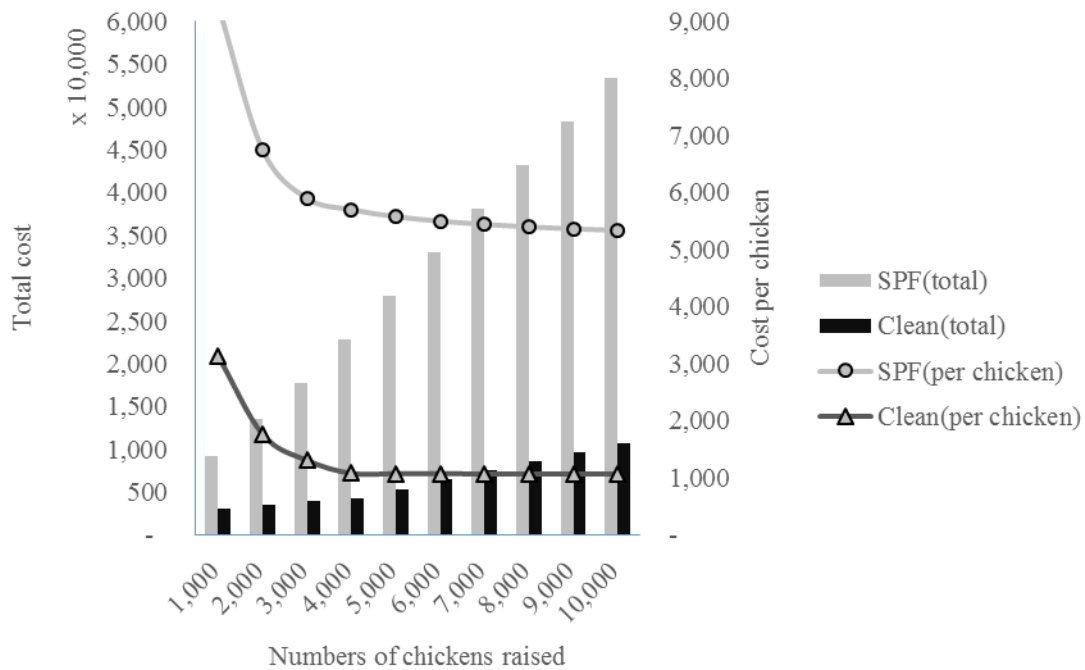


Figure 11

Operation costs of SPF (SPF gray bars) program are more than those of conventional clean (Clean black bars) program. The marginal operation costs of SPF (SPF gray line with circle nodes) grade program decrease more than those of conventional clean (Clean black line with triangle nodes) grade program do, and become most efficient when more than 3,000 chicken are raised.

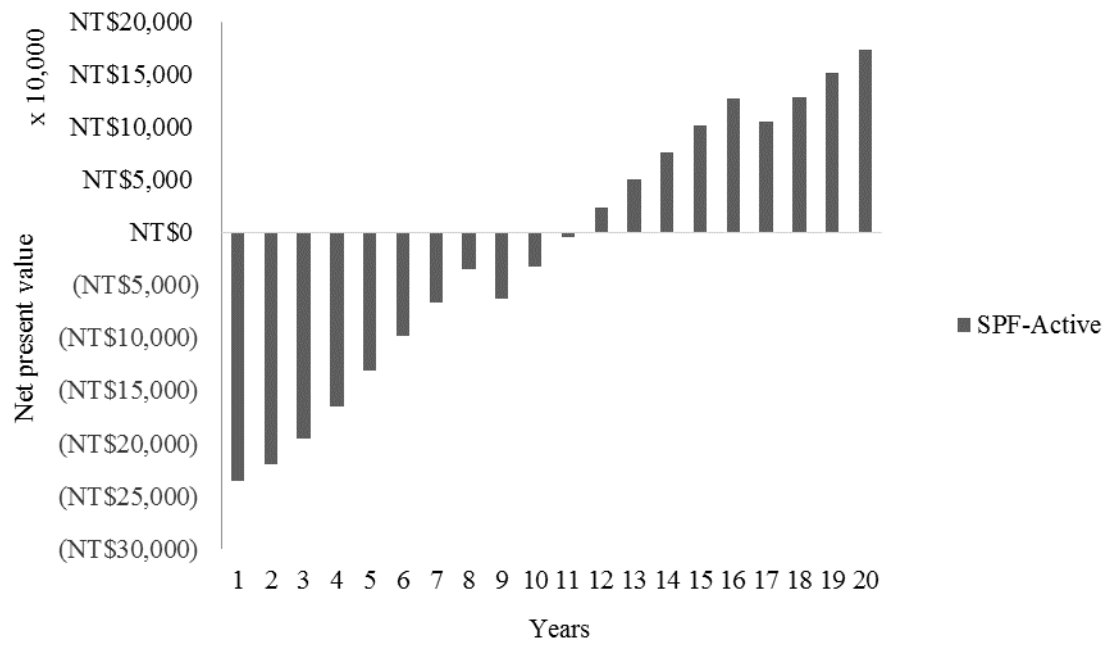


Figure 12

The NPV of SPF active (SPF-Active black bars) investment (8,798 chickens with 1.3 millions eggs production each year) will turn into positive at year 12 and bring about 172.98 million dollars profit at the end of year 20.

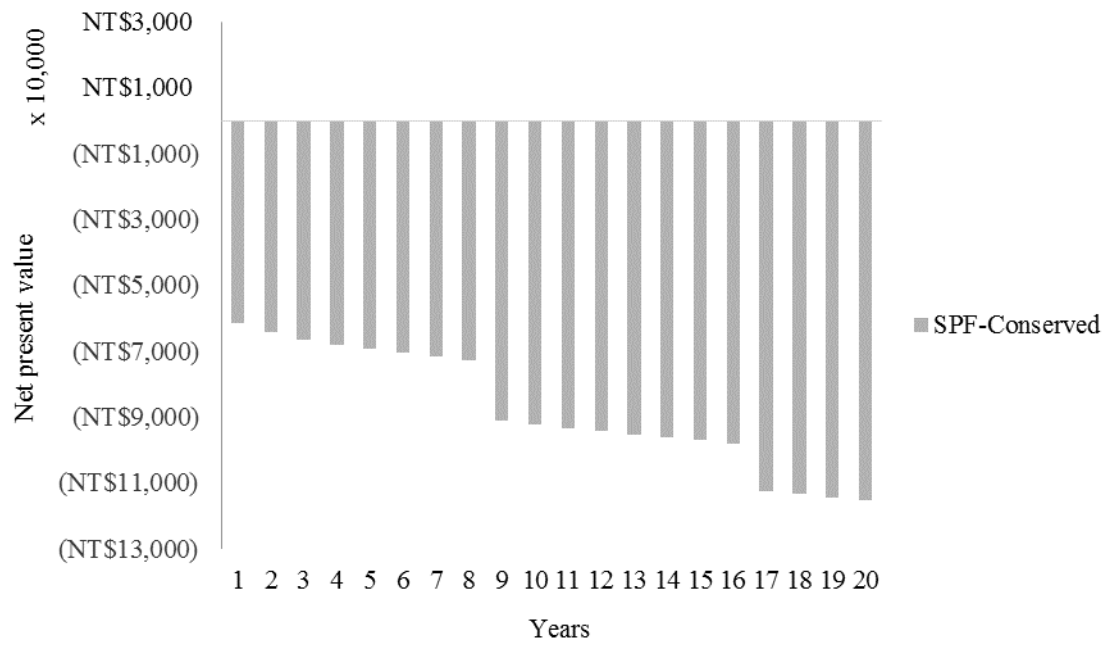


Figure 13

The NPV of SPF conserved (SPF- Conserved grey bars) investment (677 chickens with 0.1 millions eggs production each year) will cause 115.15 million dollars loss at the end of year 20.

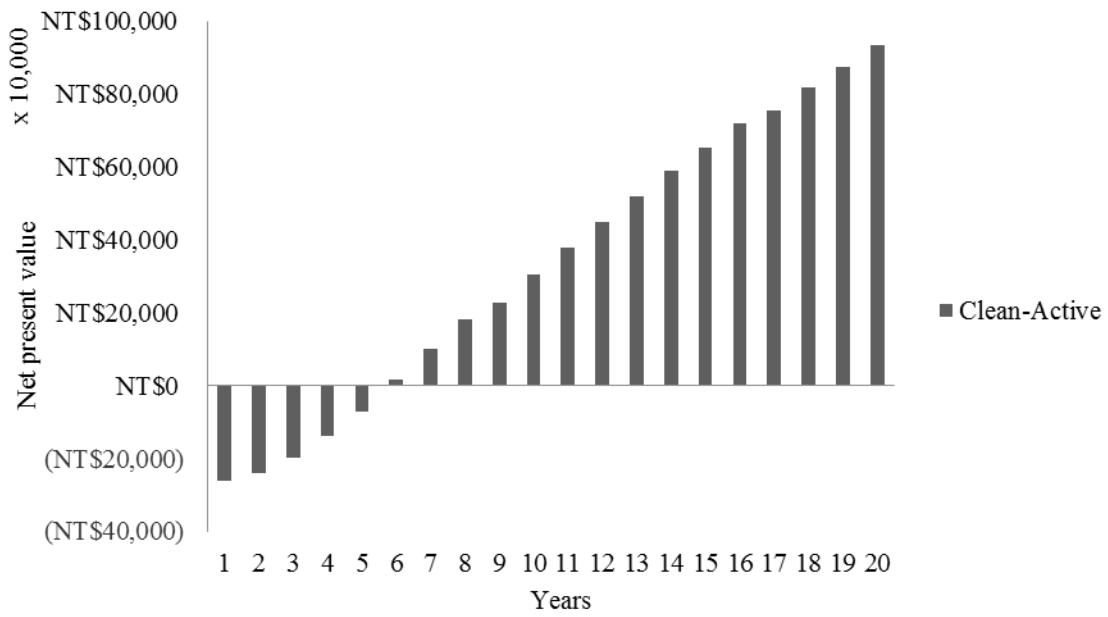


Figure 14

The NPV of conventional clean active (Clean-Active black bars) investment (115,051 chickens with 17 millions eggs production each year) will turn into positive at year 6 and bring about 934.30 million dollars profit at the end of year 20.

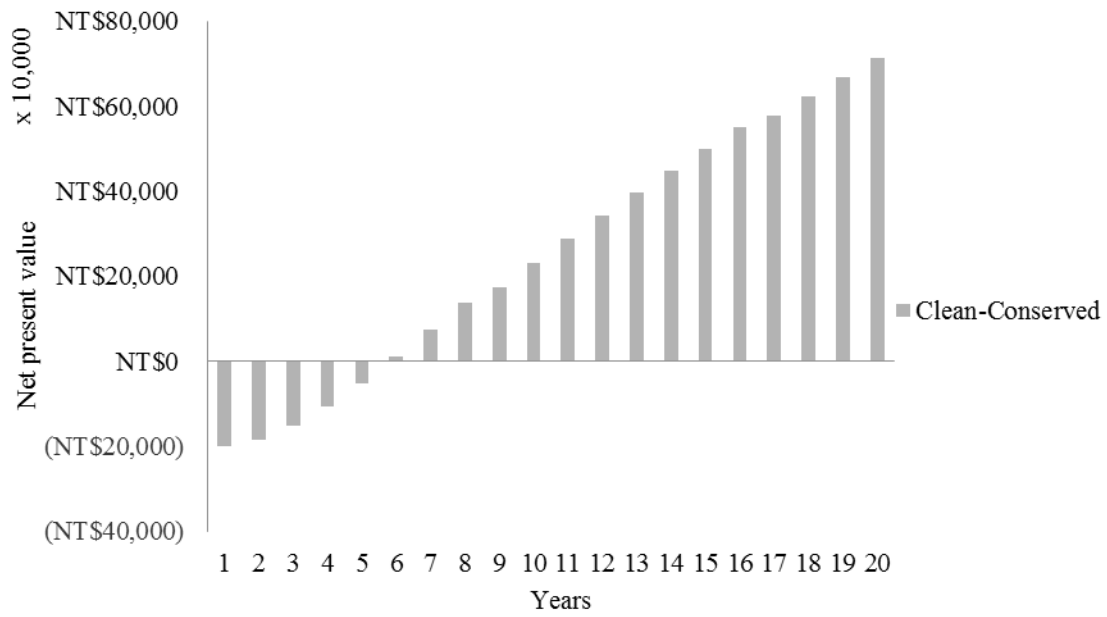


Figure 15

The NPV of conventional clean conserved (Clean- Conserved grey bars) investment (87,981 chickens with 13 millions eggs production each year) will turn into positive at year 6 and bring about 714.09 million dollars profit at the end of year 20.

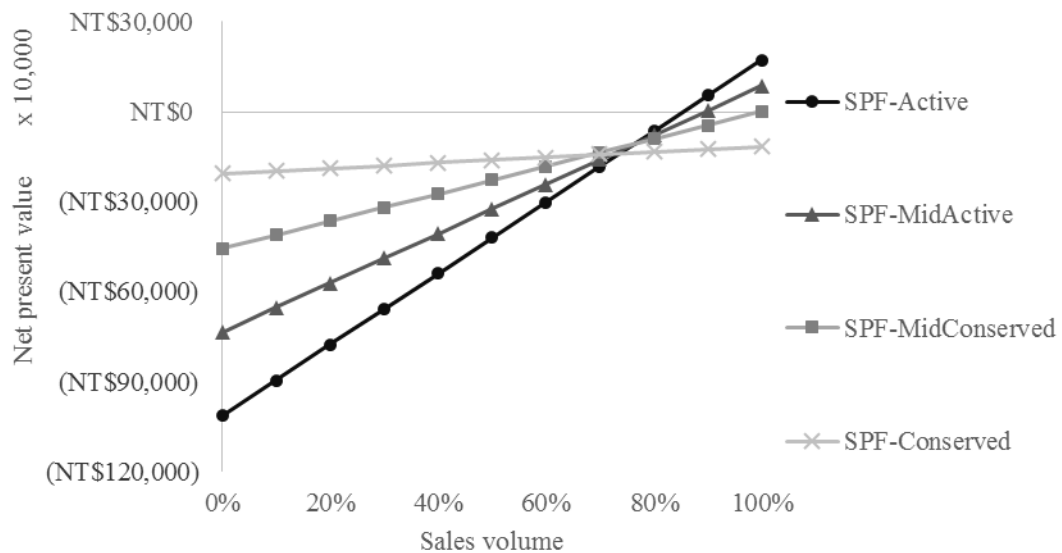


Figure 16

Except for conserved (SPF-Conserved light-grey line with cross nodes) scales of investment, the NPV of SPF grade will be positive when the sales volume exceeds 85.43%, 89.43%, and 99.83% at the end of year 20 under active (SPF-Active black line with circle nodes), medium-active (SPF-MidActive dark-grey line with triangle nodes), and medium-conserved (SPF-MidConserved dark-grey line with square nodes) scales of investment.

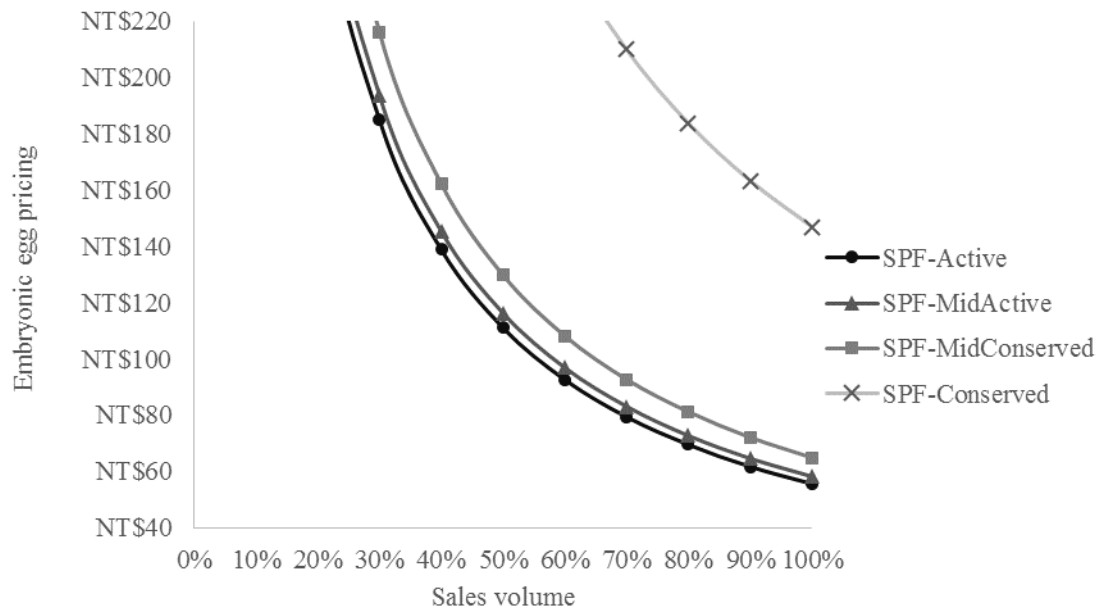


Figure 17

If the pricing of SPF eggs is higher than 55.6, 58.2, 64.9, and 147.0 dollars at full sales (production) volume, the active (SPF-Active black line with circle nodes), medium-active (SPF-MidActive dark-grey line with triangle nodes), medium-conserved (SPF-MidConserved dark-grey line with square nodes), and conserved (SPF-Conserved light -grey line with cross nodes) scales of investment will all have a positive NPV at the end of year 20.

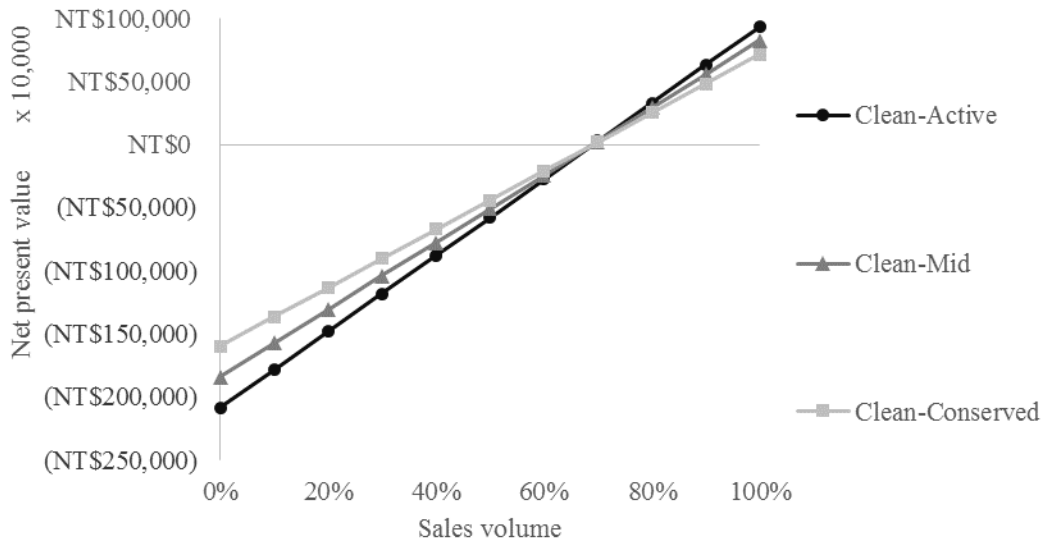


Figure 18

The NPV of Clean grade will be positive when the sales volume exceeds 69.09%, 69.09%, 69.10% at the end of year 20 under active (Clean-Active black line with circle nodes), medium (Clean-Mid dark-grey line with triangle nodes), and conserved (Clean-Conserved light-grey line with square nodes) scales of investment.

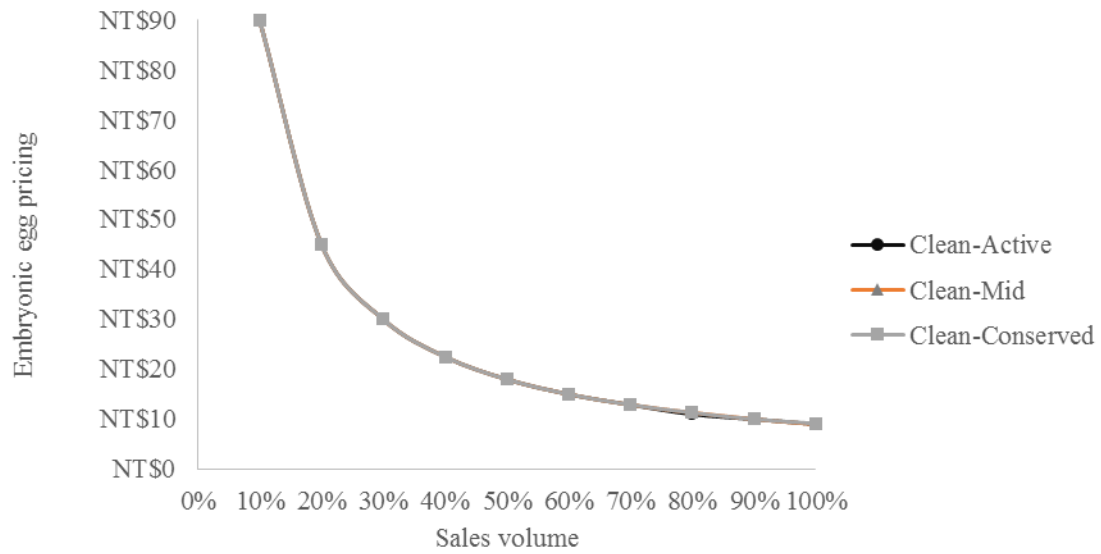
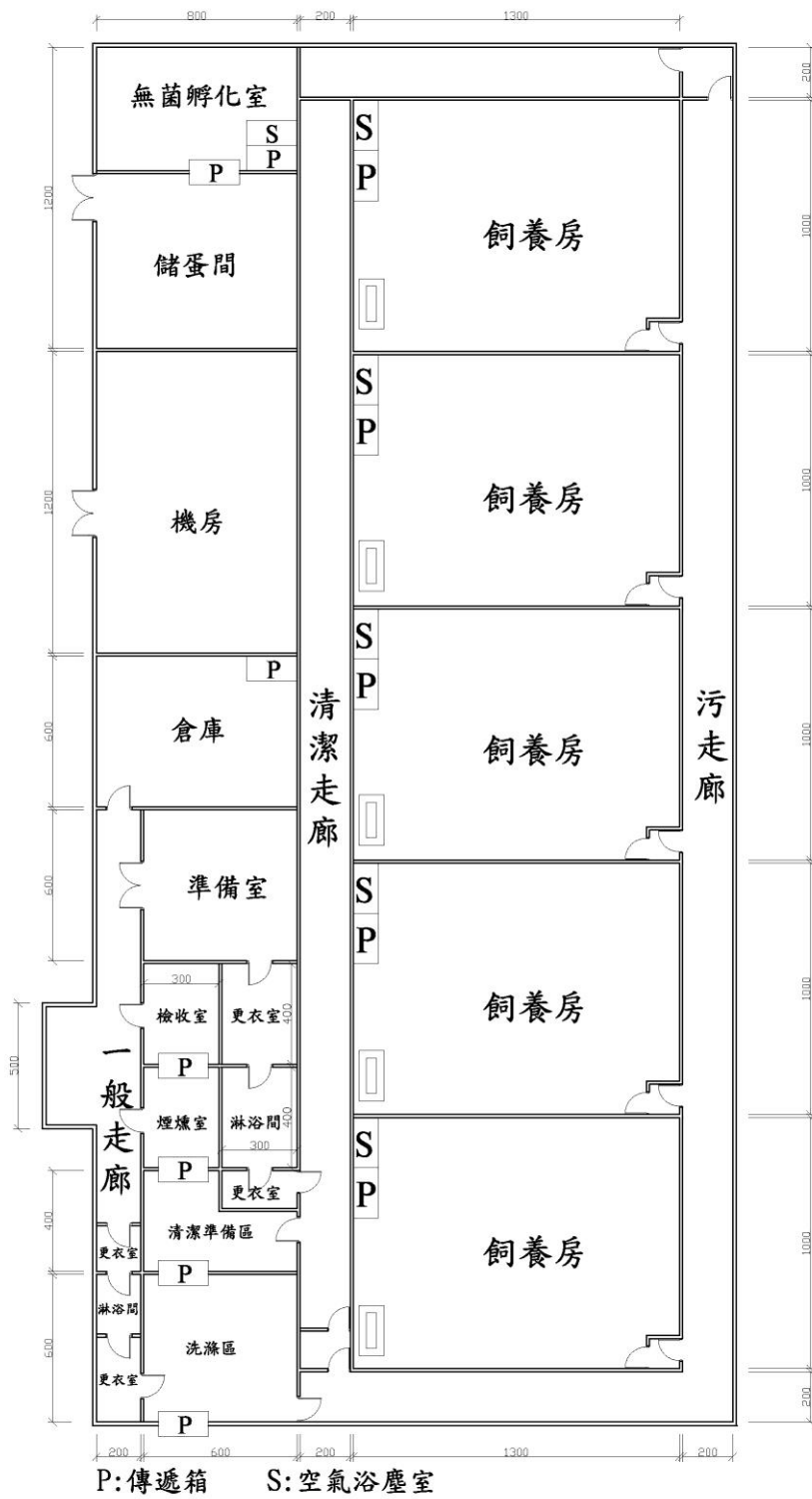


Figure 19

If the pricing of conventional clean eggs is higher than 9.0, 9.0, and 9.2, dollars at full sales (production) volume, the active (Clean-Active black line with circle nodes), medium (Clean-Mid dark-grey line with triangle nodes), and conserved (Clean-Conserved light-grey line with square nodes) scales of investment will all have a positive NPV at the end of year 20.



Appendix 1

Graphic design for the SPF program.