

ISSN 1022-7571

# 海 運 學 報

*Journal of Maritime Science*

第二十二卷 第一期

Vol.22, No.1

中華民國一〇二年六月

June 2013

國立臺灣海洋大學海運暨管理學院

College of Maritime Science and Management  
National Taiwan Ocean University

# 目 錄

## **A Heuristic Algorithm for the Pickup and Delivery Vehicle Routing Problem with Outside Carrier Selection**

以自有車輛收送貨或委託貨運公司服務之啟發式演算法..... 朱經武、張國強 ..... 1

我國海洋能源產業：生質能源調查與分析

Ocean Energy Industry in Taiwan: A Survey and Analysis of Bioenergy

..... 李選士、鍾政棋、徐穎珍 ..... 37

湛藍中一抹虹彩：一位女性船員的自我敘說研究

A rainbow in the blue ocean: A self-narrative research of a

female Seafarer ..... 張怡蘋、張啟隱、郭俊良 ..... 51

波羅地海乾散貨運價期貨動態避險比率之估計

The Hedge Performance of the Dynamic Hedge Ratios in the Baltic

Dry Index Futures ..... 周恒志、梁金樹、吳志淵 ..... 73

城市行銷重要影響因素之研究－以基隆市為例

The Study for Importance of City Marketing－A Case Study of Keelung City 林秀芬、葉怡慧 ..... 93

# **A Heuristic Algorithm for the Pickup and Delivery Vehicle Routing Problem with Outside Carrier Selection**

**Ching-Wu Chu <sup>1</sup> G. Peter Zhang <sup>2</sup>**

## **ABSTRACT**

The Vehicle Routing Problem with pickup and delivery is an important and practical problem for logistics managers. In reality, when facing fluctuations of demand, logistics managers may consider using an outsider carrier to satisfy partial customer demand when the customer demand is greater than the total capacity of owned trucks during the peak season. That is, the logistics managers must make a selection between a truckload (a private truck) and a less-than-truckload carrier (an outside carrier). Selecting the right mode to transport a shipment may bring significant cost savings to the company.

In this paper, we address the problem of routing a fixed number of trucks with limited capacity from a central warehouse to customers with known demand and supply. A heuristic algorithm is developed for routing the private trucks with simultaneous pickups and deliveries and for the selection of less-than-truckload carriers by minimizing the total cost function. Computational results and suggestions for future research are presented.

**Keywords: Vehicle routing problem with pickup and delivery; Carrier selection, Heuristics; 0-1 integer programming; Logistics**

---

<sup>1</sup>Department of Shipping and Transportation Management, National Taiwan  
Ocean University, 2, Pei Ning Road, Keelung, Taiwan

<sup>2</sup>Department of Managerial Sciences, J. Mack Robinson College of Business,  
Georgia State University, Atlanta, GA 30303, USA

## 1. Introduction

Vehicle routing with pickup and delivery is an important and practical problem for logistics managers. In many sectors of the economy, transportation costs amount for a fifth or even a quarter (lumber, wood, petroleum, stone, clay, and glass products) of the average sales amount [16]. Thus appropriately identifying and modeling the problems and developing algorithms to solve them have been the continuing research effort in the last several decades.

A variety of vehicle routing problems (VRPs) have been studied in the literature to address different practical situations. Typically different vehicle routing problems address different practical situations. Our motivation for this study stems from observations on a local logistics company. This company owns different types of trucks and its main business is delivering food and beverages to wholesalers. The wholesalers often need to return some food, recyclable glass bottles for beverages, and baskets for food at the time when the logistics firm delivers food and beverages. Since the business hours of the wholesalers are fixed, the delivery time window constraint is not a major concern. However, the company is facing fluctuations of demand from its customers. When the customer demands are greater than the total capacity of owned trucks during the peak season, the company has two strategies to use: using overtime and using outsider carriers. Since the overtime cost is much higher than that of using an outsider carrier, sometimes using an outsider carrier is a more attractive option.

Regarding carrier selection, a logistics manager can make a choice between a truckload (a private truck) and a less-than-truckload carrier (an outsider carrier). A private truck allows a company to consolidate several shipments, going to different destinations, and in a single truck. A less-than-truckload carrier usually assumes the responsibility for routing each shipment from the origin to the destination. The freight

charged by a less-than-truckload carrier is typically much higher than the cost of a private truck. Choosing the right customers to be served by outsider carriers may yield significant cost savings to the company.

In this paper, we address the problem of routing a fixed number of trucks with limited capacity from a central warehouse to customers with known demand and supply. The objective of this paper is to develop a heuristic algorithm to route the private trucks with pickups and deliveries simultaneously and to make a selection between truckload and less-than-truckload carriers by minimizing a total cost function.

The literature on the vehicle routing problem with pickup and delivery (VRPPD) is scarce compared to that on the traditional vehicle routing problem. In general, the VRPPD literature can be classified into three main categories:

- (1) delivery-first and pickup-second VRP,
- (2) mixed pickup and delivery VRP, and
- (3) simultaneous pickup and delivery VRP.

Over the past decade, the delivery-first and pickup-second VRPPD problem has been studied by Anily [2], Toth and Vigo [17,18,19], Salhi and Nagy [15], Gendreau *et al.* [7], and Osman and Wassan [14]. A more detailed review of this type of VRPPD can be found in Nagy and Salhi [13].

Several researchers focus on the mixed pickup and delivery VRP. Golden *et al.* [8] proposed a “loaded-based” approach by inserting backhaul (pickup) customers into the routes formed by linehaul (delivery) customers. The inserting procedure adopted a penalty factor by considering the number of delivery customers left on the route. Casco *et al.* [4] presented a modified “loaded-based” insertion procedure. The remaining delivery load on the route after insertion was weighted with a penalty

multiplier and added to the extra travel distance. Mosheiov [12] explored traveling salesman problem with pickups and deliveries. It has been shown that if the solution is infeasible because of overload on some arcs, the feasibility can be obtained by reinserting the depot into the arc with the maximum load. Salhi and Nagy [15] extended the insertion procedure of Casco *et al.* [4] by inserting backhaul customers in clusters, instead of inserting one at a time.

Min [11] was the first to explore the simultaneous pickup and delivery VRP. A cluster-first/route-second approach was proposed to solve a public library routing problem with one depot, two vehicles and twenty-two customers. Within the routing phase traveling salesman problems were solved to optimality as subproblems. Halse [9] considered different version of vehicle routing problems, including the one with backhaul. A cluster-first/route-second approach was proposed for solving VRPPD with the first stage focused on assigning customers into vehicles and the second stage using a 3-opt procedure during the routing phase. Solutions to problems with up to 100 customers were reported. Gendreau *et al.* [7] developed heuristics for traveling salesman problem with pickups and deliveries. First, the traveling salesman problem was solved. Then, the route was determined based on the results of first stage by taking pickups and deliveries into consideration. Dethloff [6] studied the simultaneous VRPPD from a reverse logistics point of view. Both the mathematical formulation and insertion-based heuristic algorithm were provided. The proposed algorithm was successfully applied to a real-life problem. Recently, Nagy and Salhi [13] proposed a heuristic algorithm to solve simultaneous VRPPD. The concepts of weak and strong feasibility were found helpful in tackling the VRPPD. Their algorithm is also capable of solving multi-depot problems. Recently, Tang and Galvão [20] developed a tabu search algorithm to solve the vehicle routing problem with simultaneous pickup and delivery. Computational results for a set of 87 test

problems were reported.

Little research has examined the problem of choosing between a less-than-truckload and truckload carrier. Ball *et al.* [3] considered a fleet planning problem for long-haul deliveries with fixed delivery locations and an option to use an outside carrier. Agarwal [1] studied the static problem with a fixed fleet size and an option to use an outside carrier. Klineciewicz *et al.* [10] developed a methodology to address the fleet size planning and to route limited trucks from a central warehouse to customers with random daily demands. Recently, Chu [5] introduced a heuristic to simultaneously select customers to be served by external transportation providers and to route a limited number of owned heterogeneous trucks without taking the pickup into consideration.

In general, our research described here differs from previous one on fleet planning or vehicle routing in that it modifies the Clarke and Wright method by shifting the performance measure from distance to cost and also incorporates the fixed cost of different types of trucks into the model. In addition, we simultaneously consider the routing of a heterogeneous fleet of vehicles with delivery and pickup and the selection of less-than-truckload carriers. A mathematical model is also proposed to represent and solve the problem. To our knowledge, this scenario has not been considered in the literature.

The rest of the paper is organized as follows. The next section formulates the mathematical model for our problem. Section 3 presents the heuristic algorithm. Computational results are reported in Section 4. Finally concluding remarks and suggestions for future research are provided in Section 5.

## **2. Mathematical model**

To simplify our analysis, we formulate our mathematical model based on the following assumptions:

1. A single-warehouse system is considered; all trucks start at the warehouse and return back to the warehouse.
2. Goods may be simultaneously delivered and picked.
3. The requirements of all the customers are known and each customer's requirement cannot exceed the truck capacity.
4. Each customer is served by one truck (either by the private truck or the less-than-truckload carrier) and all customers' requirements must be met.
5. The cost of operating the truck fleet consists of a fixed cost and a variable cost. The principal items in the fixed cost include personnel, insurance, and truck depreciation. The main component for the variable cost is fuel, which is usually proportional to the distance trucks traveled.

The integer programming model and the relevant notations are given below:

$$\min z = \sum_k^m FC_k + \sum_i^n \sum_j^n \sum_k^m C_{ijk} X_{ijk} + \sum_i^n CL_i L_i$$

subject to

$$\sum_{k=1}^m Y_{1k} \leq m \quad (1)$$

$$\sum_{k=1}^m Y_{ik} + L_i = 1 \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n X_{ijk} = Y_{ik} \quad (i = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, m) \quad (3)$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n X_{jik} = Y_{ik} \quad (i = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, m) \quad (4)$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n X_{ijk} = \begin{cases} U_{ik}, & i = 2, 3, \dots, n \\ V_{ik}, & k = 1, 2, \dots, m \end{cases} \quad (5)$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n X_{jik} = \begin{cases} U_{ik}, & i = 2, \dots, n \\ V_{ik}, & k = 1, \dots, m \end{cases} \quad (6)$$

$$\sum_{i=2}^n q_i U_{ik} \leq Q_k \quad (k = 1, 2, \dots, m) \quad (7)$$

$$Z_{ik} - q_j U_{jk} + p_j V_{jk} \leq Z_{jk} + M(1 - X_{ijk}) \\ (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, m; i \neq j) \quad (8)$$

$$Z_{ik} \leq M \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n X_{ijk} \quad (i = 2, 3, \dots, n; k = 1, 2, \dots, m) \quad (9)$$

$$Z_{ik} \leq Q_k \quad (i = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, m) \quad (10)$$

$$\begin{cases} Y_{ik} - U_{ik} = 0, \\ Y_{ik} - V_{ik} = 0, \end{cases} \quad (i = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, m) \quad (11)$$

$$\forall X_{ijk}, L_i, Y_{ik}, U_{ik}, V_{ik}, Z_{ik} \in (0, 1)$$

i: { i = 0, ..., n }, the index set of customers (let the index 0 denote the warehouse);

j: { j = 0, ..., n }, the index set of customers;

k: { k = 1, ..., m }, the index set of trucks;

n: the number of customers;

m: the number of trucks;

FC<sub>k</sub>: fixed cost of private truck k;

C<sub>ijk</sub>: the cost of truck k traveling from customer i to customer j;

CL<sub>i</sub>: the cost charged by the less-than-truckload carrier for serving customer i;

q<sub>i</sub>: the delivery of customer i;

p<sub>i</sub>: the pickup of customer i;

Q<sub>i</sub>: the capacity of private truck i;

Z<sub>ik</sub>: the load on private truck k while it departs from customer i;

$$X_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{if truck } k \text{ travels from customer } i \text{ to customer } j, \\ 0, & \text{otherwise,} \end{cases}$$

$$U_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{if the demand of customer } i \text{ is delivered by truck } k, \\ 0, & \text{otherwise,} \end{cases}$$

$$V_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{if the supply of customer } i \text{ is picked up by truck } k, \\ 0, & \text{otherwise,} \end{cases}$$

$$L_i = \begin{cases} 1, & \text{if the service of customer } i \text{ is satisfied by the less-than-truckload carrier,} \\ 0, & \text{otherwise,} \end{cases}$$

$$Y_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{if the service of customer } i \text{ is satisfied by the private truck } k, \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases}$$

The objective of this model is to route the private trucks and to make a selection of less-than-truckload carriers by minimizing a total cost function.

Constraint (1) ensures that at most  $m$  trucks are used.

Constraint (2) defines that each customer is served either by a private truck or a less-than-truckload carrier.

Constraints (3) and (4) guarantee that a truck arrives at a customer and also leaves that location.

Constraints (5) and (6) ensure that the delivery and pickup of a customer is served by the same truck.

Constraint (7) ensures that the total load transported by a truck cannot exceed the truck capacity.

Constraints (8) and (9) are flow equations for pickup and delivery.

Constraint (10) imposes an upper bound on the total load transported by the truck in any given section of the route.

Constraints (11) ensure that the delivery and pickup of a customer is served by the same truck.

### 3. The Heuristic Algorithm

In this section we describe our algorithm, called TLPD-LTL, for solving the vehicle routing problem with simultaneous pickup and delivery, and the selection of

less-than-truckload carriers. The heuristic algorithm can be decomposed into three main steps. In the following, we describe this algorithm by examining its main steps separately.

### 3.1 Selection

The first step requires the selection of a group of customers, who will be served by the less-than-truckload carriers. In this step, we check if the demand is greater than the total capacity of owned trucks. If it is not, we skip this step and implement the next step directly.

In order to minimize the total cost, we have to design a procedure that can achieve this goal. In reality, the freight charged by the less-than-truckload carrier is usually higher than the cost handled by a private truck. It is obvious that we should arrange the customers in ascending order based on the freight charged by the less-than-truckload carrier and choose the customers with the lowest cost.

The detail for selecting the customers is described as follows:

- (1) Calculate the total demand from all customers.
- (2) Calculate the whole capacity of owned trucks.
- (3) If the total demand from all customers is greater than the capacity of owned trucks, go to step (4), otherwise skip this procedure.
- (4) Subtract the capacity of own trucks from the total demand, which is the unsatisfied truck capacity.
- (5) Arrange the customers in ascending order based on the freight charged by the less-than-truckload carrier. Starting at the top of the list, do the following.
- (6) Sum up the demand of each customer until the total demand is greater than the unsatisfied truck capacity. The corresponding customers will be the first group of candidates served by the less-than-truckload carrier.

- (7) Calculate the total cost charged by the less-than-truckload carrier based on the first group of customers in step (6).
- (8) Using the data in step (5), sort the customers in descending order based on the demand. Sum up the demand of customers until the total demand is greater than the unsatisfied truck capacity. The corresponding customers will be the second group of candidates served by the-less-than-truckload carrier.
- (9) Calculate the total cost charged by the less-than-truckload carrier based on the second group of customers in step (8).
- (10) Choose a group of candidates with a lower total cost based on steps (7) and (9). The corresponding customers will be served by the-less-than-truckload carrier, and the remaining customers in the list will be served by private trucks and will be used to construct an initial solution.

### 3.2 Initial solution construction

The initial solution construction step is composed of four procedures: *construct*, *remove*, *check*, and *rearrange*.

The *construct* procedure is designed to generate the initial routes. The Clarke and Wright's savings algorithm is used to solve this problem by making two modifications. The first modification is a shift in criterion from distance to cost. The second modification is a change in the savings calculation.

The mathematical relationship of the savings linking two customers is a function of the mix of a less-than-truckload carrier and a private truck. There are three possible mixes serving a pair of customers: (1) two less-than-truckload carriers, (2) a private truck and a less-than-truckload carrier, and (3) two private trucks.

Before explaining the revised savings calculation, we list the relevant notations as follows:

$S_{ij}$  = savings from consolidating shipments to customer  $i$  and  $j$  into the same truck.

$LTL_i$  = the total cost charged by the less-than-truckload carrier for serving customer

i.

$TL_{ij}$  = the total cost of a private truck that travels from warehouse to customer i,  
then from customer i to customer j and finally returns back to warehouse.

$FC(Z)$  = the fixed cost of the smallest truck that can serve a demand of Z.

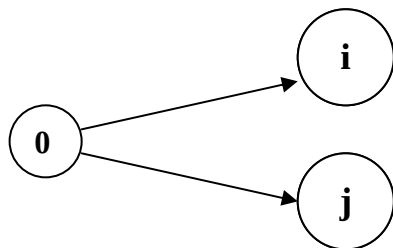
$d_{ij}$  = the distance from customer i to customer j.

$v$  = the cost of traveling a mile for private truck(\$/per mile).

Figure 1 illustrates the revised savings calculation from linking two customers under each of the three possible mixes.

1. Carrier mix serving customer i and j: Less-than-truckload and Less-than-truckload

Independent Shipments



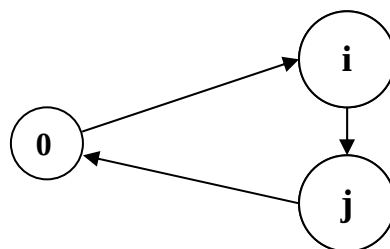
Independent Cost:

$$LTL_i + LTL_j$$

$$\text{Revised Savings } S_{ij} = LTL_i + LTL_j - TL_{ij}$$

$$= LTL_i + LTL_j - FC(Z_i + Z_j) - (d_{0i} + d_{ij} + d_{j0}) v$$

Consolidated Shipments

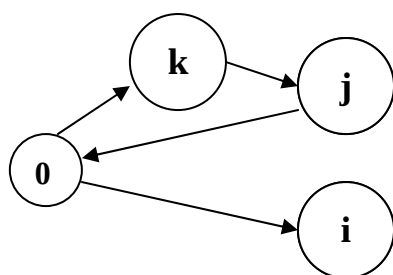


Consolidated Cost

$$TL_{ij}$$

2. Carrier mix serving customer i and j: Truckload and Less-than-truckload

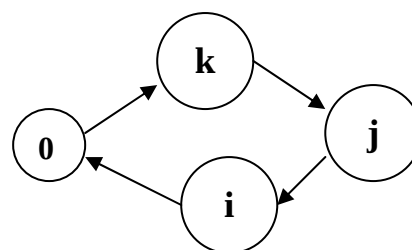
Independent Shipments



Independent Cost:

$$FC(Z_k + Z_j) + (d_{0k} + d_{kj} + d_{j0}) v + LTL_i$$

Consolidated Shipments



Consolidated Cost

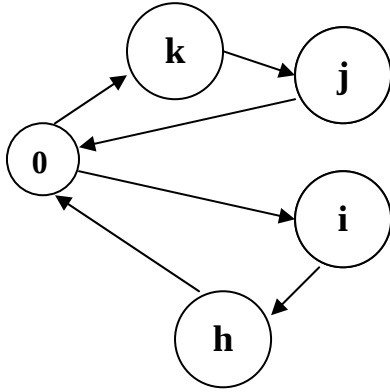
$$FC(Z_k + Z_j + Z_i) + (d_{0k} + d_{kj} + d_{ji} + d_{i0}) v$$

v

$$\text{Revised Savings } S_{ij} = LTL_i + FC(Z_k + Z_j) - FC(Z_k + Z_j + Z_i) + (d_{j0} - d_{ji} - d_{i0}) v$$

### 3.Carrier mix serving customer i and j: Truckload and Truckload

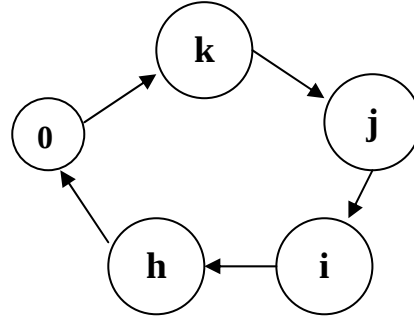
#### Independent Shipments



#### Independent Cost:

$$FC(Z_k + Z_j) + (d_{0k} + d_{kj} + d_{j0}) v \\ + FC(Z_i + Z_h) + (d_{0i} + d_{ih} + d_{h0}) v$$

#### Consolidated Shipments



#### Consolidated Cost

$$FC(Z_k + Z_j + Z_i + Z_h) + (d_{0k} + d_{kj} + d_{ji} + d_{ih} + d_{h0}) v$$

$$\text{Revised Savings } S_{ij} = FC(Z_k + Z_j) + FC(Z_i + Z_h) - FC(Z_k + Z_j + Z_i + Z_h) + (d_{j0} + d_{0i} - d_{ji}) v$$

Figure 1. Savings calculation from consolidating two customers.

The detail for the *construct* procedure is described as follows:

- (1) Calculate the savings for all pairs customers based on revised savings scenario 1 in Figure 1.
- (2) Arrange the savings in descending order. Starting at the top of the list, do the following.
- (3) Find the feasible link in the list which can be used to extend one of the two ends of the currently constructed route.
- (4) If the route cannot be expanded further, terminate the route. Otherwise, choose the first feasible link in the list to start a new route.
- (5) Repeat Steps (3) and (4) until no more links can be chosen.
- (6) Output all the temporary single-customer routes (served by the less-than-truckload carriers) and multi-customer routes.
- (7) Calculate the savings for single-customer routes based on revised savings scenario 2 in Figure 1.
- (8) Sort the savings in descending order. Starting at the top of the list, do the

following.

- (9) Find the feasible link in the current multi-customer routes which can be used to extend the route.
- (10) If the route cannot be expanded further, terminate the route.
- (11) Repeat Steps (9) and (10) until no more links can be chosen.
- (12) Output all the routes.

The *remove* procedure is simply a service routine designed to remove any route which contains no customers. It is possible for the *construct* procedure to generate an empty route, because a high fixed cost may result in no positive revised savings. If this happens, customers are randomly assigned to the route as long as the truck capacity is not exceeded.

The *check* procedure examines the feasibility of routes generated from the *construct* or the *remove* procedure. Let  $\text{arrival}(x)$  and  $\text{leave}(x)$  denote the total load of a truck arriving at customer  $x$  and the total load of a truck leaving from customer  $x$ , respectively.  $\text{Arrival}(x)$  and  $\text{leave}(x)$  can be easily calculated as follows:  $\text{leave}(x) = \text{arrival}(x) - q(x) + p(x)$ , where  $q(x)$  is the delivery of customer  $x$  and  $p(x)$  is the pickup of customer  $x$ ;  $\text{arrival}(x)$  is simply equal to  $\text{leave}(x-1)$ , where  $x-1$  denotes the precedent customer in the route. Within this *check* procedure, for any  $x$ ,  $\text{arrival}(x) \leq \text{truck capacity}$  and  $\text{leave}(x) \leq \text{truck capacity}$  are examined. If there is a violation, then the *rearrange* procedure will be executed. If there are no violations on the truck capacity, then the program will skip the *rearrange* procedure and go to the *refining* procedure directly.

The *rearrange* procedure is designed to achieve the feasibility of routes. Since both the total delivery and total pickup in a route do not exceed the truck capacity, rearranging the ordering of customers in a route can generate a feasible route easily. Define  $\text{reduce\_load}(x) = q(x) - p(x)$ , where  $\text{reduce\_load}(x)$  is the decrease

( $\text{reduce\_load}(x) > 0$ ) or increase load ( $\text{reduce\_load}(x) < 0$ ) of a truck while the truck makes a delivery to customer  $x$ . This procedure arranges the customers in descending order based on  $\text{reduce\_load}(x)$  in infeasible route, which will produce a feasible route.

### 3.3 Refining procedure

A refining procedure is applied to the solution obtained through the initial solution step. This procedure is composed of a succession of intra-route and inter-route arc exchanges which are well known in the literature.

#### 3.3.1 Intra-route improvement

Each route is improved by applying a refining procedure which considers all the feasible exchanges of two arcs belong to the route (the so called intra-route two-exchanges, Toth and Vigo [20]). Given a route, a two-exchange is obtained by replacing arcs  $(m, n)$  and  $(p, q)$  with arcs  $(m, p)$  and  $(n, q)$ , as illustrated in Figure 2.

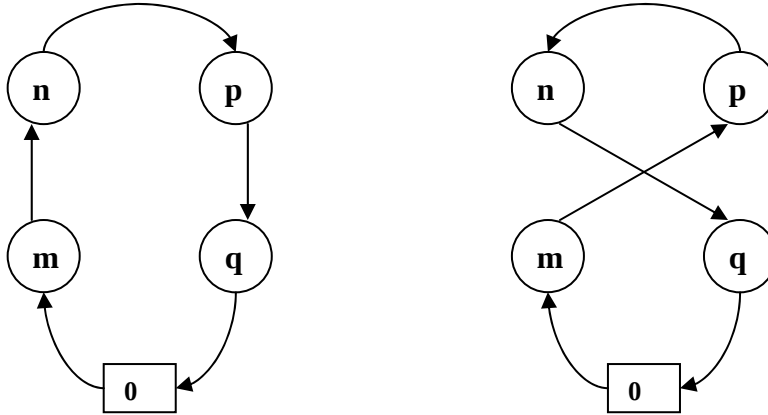


Figure 2. Example of intra-route two-exchanges.

#### 3.3.2 Inter-route improvement

In this step, a set of routes is obtained by using further local search procedures. These procedures are based on the so called inter-route one-exchange, two-exchanges and two consecutive vertices exchanges, illustrated in Figures 3-5, respectively.

For each node  $m$  (belonging to route  $a$ ), the one-exchange corresponding to its

insertion after node p (belonging to route b), is obtained by removing arcs (l, m), (m, n) and (p, q), and replacing them with arcs (l, n), (p, m) and (m, q), as illustrated in Figure 3.

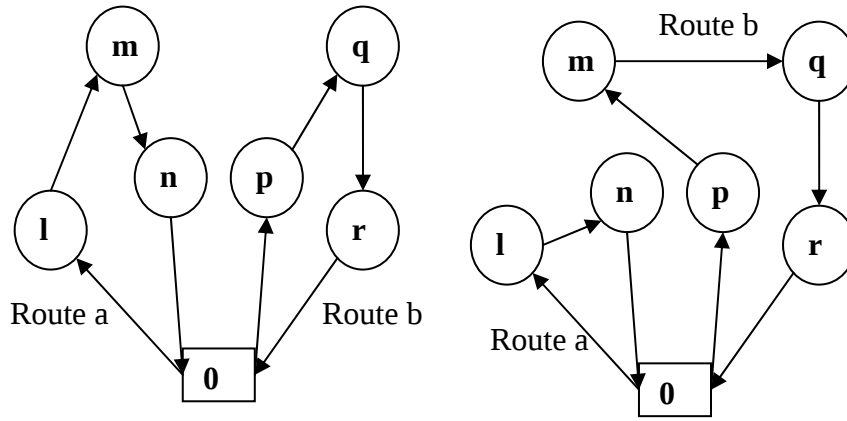


Figure 3. Example of inter-route one-exchange.

For each node m (on route a), the two-exchanges corresponding to its exchange with node q (on route b), are obtained by removing arcs (l, m), (m, n), (p, q) and (q, r), and replacing them with arcs (l, q), (q, n), (p, m) and (m, r), as illustrated in Figure 4.

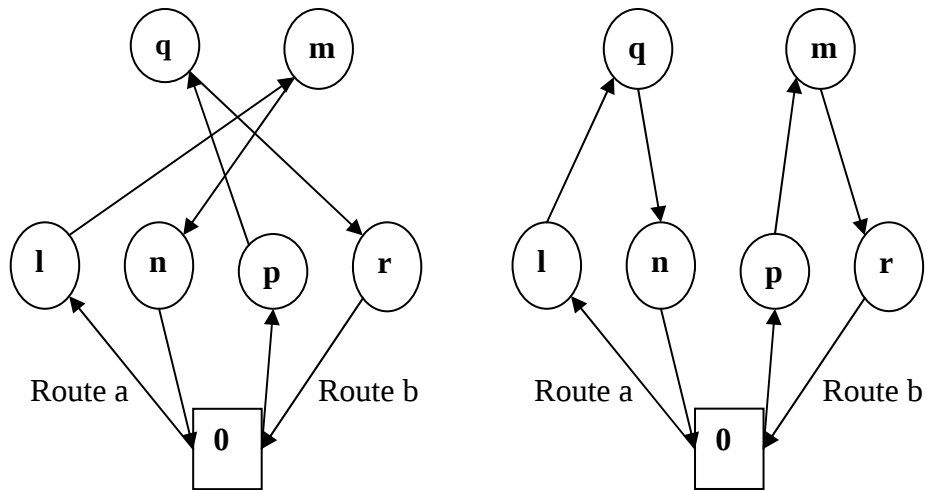


Figure 4. Example of inter-route two-exchanges.

For two consecutive nodes m and n (on route a), the two consecutive vertices exchanges corresponding to its exchange with two consecutive nodes q and r (on route b), are obtained by removing arcs (l, m), (m, n), (n, o), (p, q) (q, r) and (r, s), and

replacing them with arcs  $(l, q)$ ,  $(q, r)$ ,  $(r, o)$ ,  $(p, m)$ ,  $(m, n)$  and  $(n, s)$ , as illustrated in Figure 5.

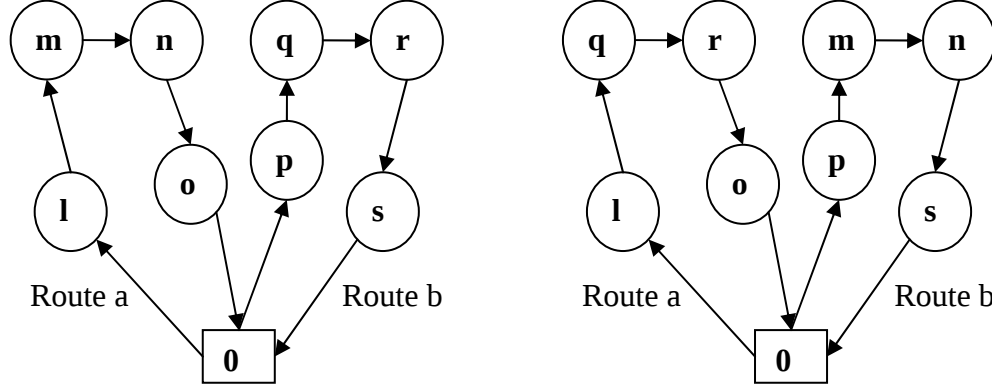


Figure 5. Example of inter-route 2 consecutive vertices exchanges.

### 3.3.3 Search Procedure

A search procedure is designed to search for a better solution. From the results of extensive experiments which are not shown here, we are aware that the implementation sequence of intra-route and inter-route improvement procedure might have impacts on the quality of solution.

The improvement procedures mentioned above include intra-route two-exchanges, inter-route one-exchanges, two exchanges and two consecutive vertices exchanges. The possible permutations of four different improvement procedures are only twenty-four. Therefore, a loop procedure consisting of arranging the possible sequences of intra-route and inter-route improvement is applied on the solution obtained in the initial solution construction phase and the *check* procedure mentioned before is also applied during the search process to avoid the route infeasibility. The purpose of this loop procedure is in a sense similar to that of the tabu search method to escape from a local minimum. Once a better solution is found after completing the *improvement* phase, the best solution record is updated. We

repeat the above improvement processe until all possible permutations of four different improvement procedures have been implemented.

#### **4. Computational results**

Since there are no standard instances available for our problem, we generate sixteen test problems to evaluate the efficiency and accuracy of our algorithm. The coordinates and demands (deliveries) of all test problems are adopted from vehicle routing test banks with the supplies (pickups) of all test problems randomly generated based on half of the demand or twice of the demand. The vehicle capacities and relevant costs for sixteen test problems are shown in Table 1 and the detailed coordinates, pickups and deliveries of customers are given in the Appendix.

The solutions produced by the heuristic algorithm are compared to the optimal results from the mathematical model mentioned in section 2. The heuristic algorithm was written in FORTRAN language and the mathematical model was solved using the software LINGO version 8.0. Both of them were implemented on a PC with a 2000 MHz processor. Computational results on sixteen test problems are reported in Tables 2, 3, 4, 5 and 6, respectively.

For problem 1-1 and problem 3-1, our heuristic algorithm obtains the optimal solution. As shown in Table 2, both the mathematical model and the heuristic algorithm yield the same total cost \$1571 and \$10757, respectively. The two different approaches also obtain the same results in routing customers (see Table 3 and Table 5).

Table 2 shows that the solution time for the mathematical model increased dramatically with the size of the problem. Notice that the execution time reported here doesn't include the time for sub-tour breaking. Computationally, exact algorithms for the VRP are restricted to solving problems of only up to about 25 customers. Even though the Lagrangean relaxation is used for solving the problem, it is still difficult to

find the optimal solution in a reasonable computing time. On the other side, our heuristic algorithm requires little time to solve the problem. Every problem takes only less than a second. The CPU time of test problems is not very sensitive to the problem size.

From Table 2, we find that the heuristic algorithm obtains the optimal or near-optimal solutions. The average percentage deviation from the optimum for the twelve test problems is 2.43% and the execution time for all test problems is less than a second. It is an encouraging result in terms of both time and accuracy.

In order to test whether the solution time of the algorithm is not sensitive to larger size of problem, we have solved additional four test problems with the customer size of 32, 50, 75 and 100. Because the VRP is very difficult to solve with mathematical model even for relatively small sizes, only the average computation times to run the heuristic and the final routes are reported. These results are presented in Table 6. Though the solution time increased with the problem size, it increases gradually rather than dramatically. Even with the size of 100 customers, it takes less than five seconds to obtain the solution.

Table 1

Vehicle capacities and relevant costs for sixteen test problems

| Problem | Vehicle Capacities (cwt)             | Fixed Cost (\$)                       | Variable Costs (\$)                   |
|---------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1-1     | 75, 65                               | 600, 500                              | TL \$1.5/per mile<br>LTL \$9/per mile |
| 1-2     | 75, 65                               | 600, 500                              | TL \$1.5/per mile<br>LTL \$9/per mile |
| 1-3     | 75, 65                               | 600, 500                              | TL \$1.5/per mile<br>LTL \$9/per mile |
| 1-4     | 75, 65                               | 600, 500                              | TL \$1.5/per mile<br>LTL \$9/per mile |
| 2-1     | 110, 100, 90                         | 900, 800, 700                         | TL \$1.5/per mile<br>LTL \$9/per mile |
| 2-2     | 110, 100, 90                         | 900, 800, 700                         | TL \$1.5/per mile<br>LTL \$9/per mile |
| 2-3     | 110, 100, 90                         | 900, 800, 700                         | TL \$1.5/per mile<br>LTL \$9/per mile |
| 2-4     | 110, 100, 90                         | 900, 800, 700                         | TL \$1.5/per mile<br>LTL \$9/per mile |
| 3-1     | 10000, 9000                          | 5000, 4500                            | TL \$1.5/per mile<br>LTL \$9/per mile |
| 3-2     | 10000, 9000                          | 5000, 4500                            | TL \$1.5/per mile<br>LTL \$9/per mile |
| 3-3     | 10000, 9000                          | 5000, 4500                            | TL \$1.5/per mile<br>LTL \$9/per mile |
| 3-4     | 10000, 9000                          | 5000, 4500                            | TL \$1.5/per mile<br>LTL \$9/per mile |
| 4       | 4500, 4500, 4000<br>4000, 4000, 4000 | 3000, 3000, 2000,<br>2000, 2000, 2000 | TL \$1.5/per mile<br>LTL \$9/per mile |
| 5       | 230, 230, 220                        | 1200, 1200, 1100                      | TL \$1.5/per mile<br>LTL \$9/per mile |
| 6       | 230, 230, 220,<br>220, 210, 210      | 1200, 1200, 1100,<br>1100, 1000, 1000 | TL \$1.5/per mile<br>LTL \$9/per mile |
| 7       | 800, 600                             | 1500, 1400                            | TL \$1.5/per mile<br>LTL \$9/per mile |

TL: Truckload (private truck), LTL: less-than-truckload (outside carrier)

Table 2

Summary results

| Problem | Optimal Solution |          | Heuristics  |          | % Deviation |
|---------|------------------|----------|-------------|----------|-------------|
|         | Total Costs      | CPU Time | Total Costs | CPU Time |             |
| 1-1     | 1571             | 212      | 1571        | 0.052    | 0.000       |
| 1-2     | 1883             | 217      | 1890.5      | 0.036    | 0.398       |
| 1-3     | 1730             | 216      | 1736        | 0.044    | 0.347       |
| 1-4     | 1590.5           | 252      | 1733        | 0.040    | 8.959       |
| 2-1     | 2973             | 889      | 3243        | 0.112    | 9.082       |
| 2-2     | 3099             | 921      | 3132        | 0.124    | 1.065       |
| 2-3     | 2938.5           | 824      | 3021        | 0.112    | 2.808       |
| 2-4     | 2958             | 876      | 3088.5      | 0.031    | 4.412       |
| 3-1     | 10757            | 2237     | 10757       | 0.220    | 0.000       |
| 3-2     | 10994            | 2423     | 11127.5     | 0.184    | 1.214       |
| 3-3     | 12917            | 1534     | 12930.5     | 0.212    | 0.105       |
| 3-4     | 12849.5          | 1653     | 12951.5     | 0.220    | 0.794       |

Table 3

Detailed results for test problems with ten customers

| Problem | Optimal Solution                                                                                 | Heuristic solution                                                                               |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1-1     | Route 1: 1- 8- 9- 4- 11- 5- 1<br>Route 2: 1- 7- 2- 3- 10- 1<br><br>customer 6 is served by LTL   | Route 1: 1- 8- 9- 4- 11- 5- 1<br>Route 2: 1- 7- 2- 3- 10- 1<br><br>customer 6 is served by LTL   |
| 1-2     | Route 1: 1- 8- 4- 10- 11- 1<br>Route 2: 1- 7- 5- 6- 1<br><br>customers 2, 3, 9 are served by LTL | Route 1: 1- 8- 4- 10- 11- 1<br>Route 2: 1- 9- 3- 1<br><br>customers 2, 5, 6, 7 are served by LTL |
| 1-3     | Route 1: 1- 10- 9- 8- 11- 1<br>Route 2: 1- 6- 4- 3- 1<br><br>customers 2, 5, 7 are served by LTL | Route 1: 1- 6- 10- 9- 1<br>Route 2: 1- 4- 3- 11- 8- 1<br><br>customers 2, 5, 7 are served by LTL |
| 1-4     | Route 1: 1- 10- 9- 11- 2- 1<br>Route 2: 1- 3- 4- 7- 6- 1<br><br>customers 5, 8 are served by LTL | Route 1: 1- 3- 9- 4- 10- 1<br>Route 2: 1- 8- 7- 6- 1<br><br>customers 2, 5, 11 are served by LTL |

Table 4

Detailed results for test problems with fifteen customers

| Problem | Optimal Solution                                                                                                                | Heuristic Solution                                                                                                                |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2-1     | Route 1: 1- 10- 11- 12- 8- 1<br>Route 2: 1- 6- 14- 9- 15- 1<br>Route 3: 1- 13- 7- 2- 3- 1<br>customer 5 is served by LTL        | Route 1: 1- 12- 15- 16- 1<br>Route 2: 1- 10- 11- 6- 2- 1<br>Route 3: 1- 3- 8- 14- 4- 9- 1<br>customers 5, 7, 13 are served by LTL |
| 2-2     | Route 1: 1- 9- 8- 12- 11- 13- 1<br>Route 2: 1- 10- 4- 2- 7- 1<br>Route 3: 1- 15- 14- 6- 3- 1<br>customers 5 is served by LTL    | Route 1: 1- 10- 11- 12- 8- 1<br>Route 2: 1- 16- 2- 3- 14- 6- 1<br>Route 3: 1- 4- 15- 9- 1<br>customers 5, 7, 13 are served by LTL |
| 2-3     | Route 1: 1- 2- 15- 5- 14- 1<br>Route 2: 1- 3- 13- 11- 12- 10- 1<br>Route 3: 1- 4- 16- 8- 7- 6- 9- 1                             | Route 1: 1- 12- 11- 3- 10- 1<br>Route 2: 1- 15- 14- 2- 13- 16- 1<br>Route 3: 1- 6- 7- 8- 5- 4- 1<br>customer 9 is served by LTL   |
| 2-4     | Route 1: 1- 2- 15- 5- 3- 1<br>Route 2: 1- 6- 4- 16- 8- 7- 1<br>Route 3: 1- 10- 14- 13- 11- 12- 1<br>customer 9 is served by LTL | Route 1: 1- 7- 4- 2- 11- 12- 9- 1<br>Route 2: 1- 5- 8- 16- 6- 1<br>Route 3: 1- 15- 14- 13- 10- 1<br>customer 3 is served by LTL   |

Table 5

Detailed results for test problems with twenty-two customers

| Problem | Optimal Solution                                                                                                                                       | Heuristic Solution                                                                                                                                     |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3-1     | Route 1: 1- 23- 18- 15- 21-<br>20- 22- 12- 3- 4- 17-<br>16- 1<br>Route 2: 1- 8- 9- 5- 6-<br>10- 11- 14- 7- 2- 1.<br>Customers 13, 19 are served by LTL | Route 1: 1- 23- 18- 15-<br>21- 20- 22- 12- 3- 4-<br>17- 16- 1<br>Route 2: 1- 8- 9- 5- 6-<br>10- 11- 14- 7- 2- 1.<br>Customers 13, 19 are served by LTL |
| 3-2     | Route 1: 1- 2- 3- 4- 17- 16-<br>15- 18- 21- 20- 19- 1<br>Route 2: 1-12-13- 7-14- 11- 10- 8- 9-<br>6- 5- 22- 1<br>Customer 23 is served by LTL          | Route 1: 1- 13- 6- 22- 23- 18-<br>15-16- 1<br>Route 2: 1- 17- 4- 3- 2- 14- 12-<br>9- 5- 10- 11- 7- 21- 20- 1<br>Customers 8, 19 are served by LTL      |
| 3-3     | Route 1: 1- 18- 19- 17- 16- 11- 8-<br>7- 9- 12- 20- 1<br>Route 2: 1- 23- 2- 5- 6- 4- 14-<br>13- 15- 3- 10- 22- 1<br>Customer 21 is served by LTL       | Route 1: 1- 4- 14-13- 2- 5- 6- 7-<br>9- 8- 12- 11- 10- 1<br>Route 2: 1- 23- 18- 22- 20- 19-<br>17- 16- 15- 3- 1<br>Customer 21 is served by LTL        |
| 3-4     | Route 1: 1- 18- 19- 17- 16- 3- 15-<br>13- 8- 10- 11- 12- 20- 1<br>Route 2: 1- 23- 2- 6- 5- 14- 4-<br>7- 9- 22- 1<br>Customer 21 is served by LTL       | Route 1: 1- 17- 5- 2- 6- 7- 8- 13-<br>22- 1<br>Route 2: 1- 23- 10- 9- 11-<br>12- 20- 15- 14- 4- 19- 16- 3-<br>18- 1<br>Customer 21 is served by LTL    |

Table 6

Results for larger size of test problems

| Problem | Solution                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Total Cost | CPU Time* |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|
| 4       | Route 1: 1- 33- 25- 24- 23- 21- 22- 1<br>Route 2: 1- 30- 17- 29- 26- 19- 20- 28-1<br>Route 3: 1- 27- 1<br>Route 4: 1- 2- 14- 15- 16- 18- 31- 1<br>Route 5: 1- 3- 12- 9- 11- 13- 1<br>Route 6: 1- 5- 10- 8- 7- 6- 1<br>Customers 4, 32 are served by LTL                                                                                                                                                                                                              | 16725.5    | 0.500     |
| 5       | Route 1: 1- 3- 49- 14- 42- 45- 38- 16- 34- 50- 23- 51- 25- 24- 1<br>Route 2: 1- 15- 44- 8- 46- 40-10- 22-36- 37- 4- 29- 32- 43- 41- 20- 18- 5- 6- 1<br>Route 3: 1- 26- 19- 27- 9- 2- 17- 30- 21- 35- 31- 11- 39- 1<br>Customers 7, 12, 13, 28, 33 are served by LTL                                                                                                                                                                                                  | 5204       | 0.964     |
| 6       | Route 1: 1- 67- 65- 57- 32- 60- 21- 61- 43- 70- 72- 71- 56- 42- 1<br>Route 2: 1- 12- 25- 51- 44- 58- 23- 37- 50- 24- 66- 19- 26- 38- 62- 1<br>Route 3: 1- 15- 22- 29- 11- 39- 6- 2- 48- 55- 16- 1<br>Route 4: 1- 10- 33- 54- 59- 63- 40- 20- 74- 64- 73- 14- 75- 1<br>Route 5: 1- 34- 49- 17- 45- 28- 9- 36- 4- 30- 53- 46- 1<br>Route 6: 1- 41- 3- 47- 31- 18- 35- 8- 52- 13- 7- 1<br>Customers 5, 27, 68, 69 are served by LTL                                     | 10349      | 2.852     |
| 7       | Route 1: 1- 55- 22- 68- 40- 24- 88-100- 30- 36- 10- 82- 52- 21- 31- 71- 70- 2- 53- 19- 83- 46- 49- 20- 91- 67- 66- 72- 33- 64- 11- 63- 15- 44- 39- 87- 17- 45- 47-101- 26- 56- 57- 76- 23- 42- 75- 25- 35- 79- 80- 65- 50- 12- 1<br>Route 2: 1- 43- 38- 92- 86- 48- 37- 99- 16- 58- 3- 74- 73- 5- 13- 81- 34- 77- 27- 69- 78- 4- 90- 18- 85- 6- 14- 41- 98- 84- 61- 62- 94- 60- 93- 96- 95- 7- 97- 9- 8- 89- 32- 51- 1<br>Customers 28, 29, 54, 59 are served by LTL | 5099       | 4.668     |

\*All times are in seconds; the results were obtained on a PC running at 2000 MHz.

## 5. Conclusions

Vehicle routing plays a central role in logistics management. In this paper, we considered a vehicle routing problem with simultaneous pickup and delivery and the possible use of an outside carrier to satisfy customer demands. We developed both the mathematical model and the heuristic algorithm. A variety of test problems were examined with our heuristics. The results are encouraging as our algorithm obtains the optimal or near-optimal solutions in an efficient way in terms of time and accuracy.

As for future research, it would be interesting to see if other intelligent optimization techniques, such as Tabu Search, Genetic Algorithms, Ants Colony, Simulated Annealing and Neural Networks, can be used to solve this problem and even provide better results. Furthermore, a multi-depot vehicle routing problem with pickups and deliveries and selecting the outside carriers is worthwhile to explore in the future.

## Acknowledgements

This research was partially supported by the National Science Council of Taiwan under grant NSC94-2416-H-019-003. Thanks also go to Department of Managerial Sciences, Georgia State University. This work is done while the first author was visiting at Georgia State University, U.S.A..

## Appendix: Testing Problems

Problem 1-1

Problem 1-2

| No. | (X, Y) |    | q(x) | p(x) |
|-----|--------|----|------|------|
| 1   | 30     | 40 | 0    | 0    |
| 2   | 37     | 52 | 7    | 14   |
| 3   | 49     | 49 | 30   | 15   |
| 4   | 52     | 64 | 16   | 8    |
| 5   | 20     | 26 | 9    | 18   |
| 6   | 40     | 30 | 21   | 11   |
| 7   | 21     | 47 | 15   | 8    |
| 8   | 17     | 63 | 19   | 10   |
| 9   | 31     | 62 | 23   | 12   |
| 10  | 52     | 33 | 11   | 22   |
| 11  | 51     | 21 | 5    | 3    |

| No. | (X, Y) |    | q(x) | p(x) |
|-----|--------|----|------|------|
| 1   | 30     | 40 | 0    | 0    |
| 2   | 37     | 52 | 30   | 15   |
| 3   | 49     | 49 | 21   | 42   |
| 4   | 52     | 64 | 19   | 10   |
| 5   | 20     | 26 | 15   | 8    |
| 6   | 40     | 30 | 16   | 8    |
| 7   | 21     | 47 | 29   | 15   |
| 8   | 17     | 63 | 26   | 13   |
| 9   | 31     | 62 | 37   | 19   |
| 10  | 52     | 33 | 16   | 8    |
| 11  | 51     | 21 | 12   | 24   |

Problem 1-3

Problem 1-4

| No. | (X, Y) |    | q(x) | p(x) |
|-----|--------|----|------|------|
| 1   | 30     | 40 | 0    | 0    |
| 2   | 21     | 45 | 18   | 9    |
| 3   | 45     | 35 | 26   | 13   |
| 4   | 55     | 20 | 11   | 6    |
| 5   | 33     | 34 | 30   | 15   |
| 6   | 50     | 50 | 26   | 13   |
| 7   | 55     | 45 | 37   | 19   |
| 8   | 26     | 59 | 16   | 8    |
| 9   | 40     | 66 | 12   | 6    |
| 10  | 55     | 65 | 31   | 16   |
| 11  | 35     | 51 | 8    | 4    |

| No. | (X, Y) |    | q(x) | p(x) |
|-----|--------|----|------|------|
| 1   | 30     | 40 | 0    | 0    |
| 2   | 21     | 45 | 18   | 9    |
| 3   | 45     | 35 | 11   | 6    |
| 4   | 55     | 20 | 21   | 11   |
| 5   | 33     | 34 | 19   | 10   |
| 6   | 50     | 50 | 15   | 8    |
| 7   | 55     | 45 | 16   | 8    |
| 8   | 26     | 59 | 29   | 15   |
| 9   | 40     | 66 | 26   | 13   |
| 10  | 55     | 65 | 16   | 8    |
| 11  | 35     | 51 | 12   | 6    |

Problem 2-1

Problem 2-2

| No. | (X, Y) |    | q(x) | p(x) |
|-----|--------|----|------|------|
| 1   | 40     | 40 | 0    | 0    |
| 2   | 22     | 22 | 18   | 9    |
| 3   | 36     | 26 | 26   | 13   |
| 4   | 21     | 45 | 11   | 22   |
| 5   | 45     | 35 | 30   | 15   |
| 6   | 55     | 20 | 21   | 11   |
| 7   | 33     | 34 | 19   | 10   |
| 8   | 50     | 50 | 15   | 8    |
| 9   | 55     | 45 | 16   | 32   |
| 10  | 26     | 59 | 29   | 15   |
| 11  | 40     | 66 | 26   | 13   |
| 12  | 55     | 65 | 37   | 19   |
| 13  | 35     | 51 | 16   | 8    |
| 14  | 62     | 35 | 12   | 6    |
| 15  | 62     | 57 | 31   | 16   |
| 16  | 62     | 24 | 8    | 16   |

| No. | (X, Y) |    | q(x) | P(x) |
|-----|--------|----|------|------|
| 1   | 40     | 40 | 0    | 0    |
| 2   | 22     | 22 | 26   | 13   |
| 3   | 36     | 26 | 11   | 6    |
| 4   | 21     | 45 | 30   | 15   |
| 5   | 45     | 35 | 21   | 11   |
| 6   | 55     | 20 | 19   | 10   |
| 7   | 33     | 34 | 15   | 8    |
| 8   | 50     | 50 | 16   | 32   |
| 9   | 55     | 45 | 29   | 15   |
| 10  | 26     | 59 | 26   | 13   |
| 11  | 40     | 66 | 37   | 19   |
| 12  | 55     | 65 | 16   | 8    |
| 13  | 35     | 51 | 12   | 24   |
| 14  | 62     | 35 | 31   | 16   |
| 15  | 62     | 57 | 29   | 15   |
| 16  | 62     | 24 | 10   | 20   |

Problem 2-3

problem 2-4

| No. | (X, Y) |    | q(x) | p(x) |
|-----|--------|----|------|------|
| 1   | 40     | 40 | 0    | 0    |
| 2   | 15     | 30 | 37   | 19   |
| 3   | 25     | 30 | 16   | 8    |
| 4   | 20     | 50 | 12   | 6    |
| 5   | 10     | 43 | 31   | 16   |
| 6   | 55     | 60 | 8    | 4    |
| 7   | 30     | 60 | 19   | 10   |
| 8   | 20     | 65 | 20   | 10   |
| 9   | 50     | 35 | 13   | 7    |
| 10  | 30     | 25 | 15   | 8    |
| 11  | 15     | 10 | 22   | 11   |
| 12  | 30     | 5  | 28   | 14   |
| 13  | 10     | 20 | 12   | 6    |
| 14  | 5      | 30 | 6    | 3    |
| 15  | 20     | 40 | 27   | 14   |
| 16  | 15     | 60 | 14   | 7    |

| No. | (X, Y) |    | q(x) | P(x) |
|-----|--------|----|------|------|
| 1   | 40     | 40 | 0    | 0    |
| 2   | 15     | 30 | 16   | 8    |
| 3   | 25     | 30 | 29   | 15   |
| 4   | 20     | 50 | 26   | 13   |
| 5   | 10     | 43 | 37   | 19   |
| 6   | 55     | 60 | 16   | 8    |
| 7   | 30     | 60 | 12   | 6    |
| 8   | 20     | 65 | 31   | 16   |
| 9   | 50     | 35 | 8    | 4    |
| 10  | 30     | 25 | 19   | 10   |
| 11  | 15     | 10 | 20   | 10   |
| 12  | 30     | 5  | 13   | 7    |
| 13  | 10     | 20 | 15   | 8    |
| 14  | 5      | 30 | 22   | 11   |
| 15  | 20     | 40 | 28   | 14   |
| 16  | 15     | 60 | 12   | 6    |

Problem 3-1

| No. | (X, Y) |     | q(x) | p(x) | No. | (X, Y) |     | q(x) | p(x) | No. | (X, Y) |     | q(x) | p(x) |
|-----|--------|-----|------|------|-----|--------|-----|------|------|-----|--------|-----|------|------|
| 1   | 266    | 235 | 0    | 0    | 9   | 230    | 262 | 150  | 300  | 17  | 318    | 252 | 1100 | 550  |
| 2   | 295    | 272 | 125  | 63   | 10  | 249    | 268 | 1100 | 550  | 18  | 329    | 224 | 1250 | 625  |
| 3   | 301    | 258 | 84   | 42   | 11  | 256    | 267 | 4100 | 2050 | 19  | 267    | 213 | 1120 | 2240 |
| 4   | 309    | 260 | 60   | 120  | 12  | 265    | 257 | 225  | 113  | 20  | 275    | 192 | 1600 | 800  |
| 5   | 217    | 274 | 500  | 250  | 13  | 267    | 242 | 1300 | 2600 | 21  | 303    | 201 | 1500 | 750  |
| 6   | 218    | 278 | 300  | 150  | 14  | 259    | 265 | 1250 | 625  | 22  | 208    | 217 | 1175 | 588  |
| 7   | 282    | 267 | 175  | 88   | 15  | 315    | 233 | 1500 | 750  | 23  | 326    | 181 | 75   | 38   |
| 8   | 242    | 249 | 350  | 175  | 16  | 329    | 252 | 1150 | 3300 |     |        |     |      |      |

Problem 3-2

| No. | (X, Y) |     | q(x) | p(x) | No. | (X, Y) |     | q(x) | p(x) | No. | (X, Y) |     | q(x) | p(x) |
|-----|--------|-----|------|------|-----|--------|-----|------|------|-----|--------|-----|------|------|
| 1   | 266    | 235 | 0    | 0    | 9   | 230    | 262 | 150  | 300  | 17  | 318    | 252 | 750  | 375  |
| 2   | 295    | 272 | 400  | 200  | 10  | 249    | 268 | 450  | 225  | 18  | 329    | 224 | 1400 | 700  |
| 3   | 301    | 258 | 1200 | 600  | 11  | 256    | 267 | 700  | 350  | 19  | 267    | 213 | 1000 | 500  |
| 4   | 309    | 260 | 40   | 20   | 12  | 265    | 257 | 550  | 275  | 20  | 275    | 192 | 500  | 1000 |
| 5   | 217    | 274 | 80   | 160  | 13  | 267    | 242 | 650  | 325  | 21  | 303    | 201 | 2500 | 1250 |
| 6   | 218    | 278 | 2000 | 1000 | 14  | 259    | 265 | 300  | 600  | 22  | 208    | 217 | 1700 | 850  |
| 7   | 282    | 267 | 750  | 375  | 15  | 315    | 233 | 1300 | 650  | 23  | 326    | 181 | 1100 | 550  |
| 8   | 242    | 249 | 1500 | 750  | 16  | 329    | 252 | 700  | 350  |     |        |     |      |      |

Problem 3-3

| No. | (X, Y) |     | q(x) | p(x) | No. | (X, Y) |     | q(x) | p(x) | No. | (X, Y) |     | q(x) | p(x) |
|-----|--------|-----|------|------|-----|--------|-----|------|------|-----|--------|-----|------|------|
| 1   | 266    | 235 | 0    | 0    | 9   | 322    | 437 | 1500 | 750  | 17  | 296    | 418 | 1300 | 650  |
| 2   | 292    | 495 | 700  | 350  | 10  | 323    | 433 | 150  | 75   | 18  | 261    | 384 | 700  | 350  |
| 3   | 298    | 427 | 400  | 200  | 11  | 324    | 433 | 250  | 125  | 19  | 297    | 410 | 750  | 375  |
| 4   | 309    | 445 | 400  | 200  | 12  | 323    | 429 | 1600 | 800  | 20  | 315    | 407 | 1400 | 700  |
| 5   | 307    | 464 | 2000 | 1000 | 13  | 314    | 435 | 450  | 225  | 21  | 314    | 406 | 2500 | 1250 |
| 6   | 336    | 475 | 900  | 450  | 14  | 311    | 442 | 700  | 350  | 22  | 321    | 391 | 1700 | 850  |
| 7   | 320    | 439 | 600  | 300  | 15  | 304    | 427 | 550  | 275  | 23  | 326    | 181 | 1100 | 550  |
| 8   | 321    | 437 | 750  | 375  | 16  | 293    | 421 | 650  | 325  |     |        |     |      |      |

Problem 3-4

| No. | (X, Y) |     | q(x) | p(x) | No. | (X, Y) |     | q(x) | p(x) | No. | (X, Y) |     | q(x) | p(x) |
|-----|--------|-----|------|------|-----|--------|-----|------|------|-----|--------|-----|------|------|
| 1   | 266    | 235 | 0    | 0    | 9   | 322    | 437 | 1500 | 750  | 17  | 296    | 418 | 1300 | 650  |
| 2   | 292    | 495 | 1200 | 600  | 10  | 323    | 433 | 150  | 75   | 18  | 261    | 384 | 700  | 350  |
| 3   | 298    | 427 | 40   | 20   | 11  | 324    | 433 | 250  | 125  | 19  | 297    | 410 | 750  | 375  |
| 4   | 309    | 445 | 80   | 40   | 12  | 323    | 429 | 1600 | 800  | 20  | 315    | 407 | 1400 | 700  |
| 5   | 307    | 464 | 2000 | 1000 | 13  | 314    | 435 | 450  | 225  | 21  | 314    | 406 | 4000 | 2000 |
| 6   | 336    | 475 | 900  | 450  | 14  | 311    | 442 | 700  | 350  | 22  | 321    | 391 | 600  | 300  |
| 7   | 320    | 439 | 600  | 300  | 15  | 304    | 427 | 400  | 200  | 23  | 326    | 181 | 1000 | 500  |
| 8   | 321    | 437 | 750  | 375  | 16  | 293    | 421 | 300  | 150  |     |        |     |      |      |

Problem 4

| No. | (X, Y) |     | q(x) | p(x) | No. | (X, Y) |     | q(x) | p(x) |
|-----|--------|-----|------|------|-----|--------|-----|------|------|
| 1   | 292    | 495 | 0    | 0    | 18  | 297    | 410 | 550  | 275  |
| 2   | 298    | 427 | 700  | 350  | 19  | 315    | 407 | 650  | 325  |
| 3   | 309    | 445 | 400  | 200  | 20  | 314    | 406 | 200  | 400  |
| 4   | 307    | 464 | 400  | 800  | 21  | 321    | 391 | 400  | 200  |
| 5   | 336    | 475 | 1200 | 600  | 22  | 321    | 398 | 300  | 150  |
| 6   | 320    | 439 | 40   | 80   | 23  | 314    | 394 | 1300 | 650  |
| 7   | 321    | 437 | 80   | 40   | 24  | 313    | 378 | 700  | 350  |
| 8   | 322    | 437 | 2000 | 1000 | 25  | 304    | 382 | 750  | 375  |
| 9   | 323    | 433 | 900  | 450  | 26  | 295    | 402 | 1400 | 700  |
| 10  | 324    | 433 | 600  | 1200 | 27  | 283    | 406 | 4000 | 2000 |
| 11  | 323    | 429 | 750  | 375  | 28  | 279    | 399 | 600  | 1200 |
| 12  | 314    | 435 | 1500 | 750  | 29  | 271    | 401 | 700  | 350  |
| 13  | 311    | 442 | 150  | 300  | 30  | 264    | 414 | 400  | 800  |
| 14  | 304    | 427 | 250  | 125  | 31  | 277    | 439 | 400  | 200  |
| 15  | 293    | 421 | 1600 | 800  | 32  | 290    | 434 | 1200 | 600  |
| 16  | 296    | 418 | 450  | 225  | 33  | 319    | 433 | 40   | 80   |
| 17  | 261    | 384 | 700  | 350  |     |        |     |      |      |

Problem 5

| No. | (X, Y) |    | q(x) | p(x) | No. | (X, Y) |    | q(x) | p(x) |
|-----|--------|----|------|------|-----|--------|----|------|------|
| 1   | 30     | 40 | 0    | 0    | 27  | 27     | 68 | 7    | 4    |
| 2   | 37     | 52 | 7    | 14   | 28  | 30     | 48 | 15   | 8    |
| 3   | 49     | 49 | 30   | 15   | 29  | 43     | 67 | 14   | 28   |
| 4   | 52     | 64 | 16   | 8    | 30  | 58     | 48 | 6    | 3    |
| 5   | 20     | 26 | 9    | 18   | 31  | 58     | 27 | 19   | 10   |
| 6   | 40     | 30 | 21   | 11   | 32  | 37     | 69 | 11   | 6    |
| 7   | 21     | 47 | 15   | 8    | 33  | 38     | 46 | 12   | 6    |
| 8   | 17     | 63 | 19   | 10   | 34  | 46     | 10 | 23   | 12   |
| 9   | 31     | 62 | 23   | 12   | 35  | 61     | 33 | 26   | 13   |
| 10  | 52     | 33 | 11   | 22   | 36  | 62     | 63 | 17   | 9    |
| 11  | 51     | 21 | 5    | 3    | 37  | 63     | 69 | 6    | 12   |
| 12  | 42     | 41 | 19   | 10   | 38  | 32     | 22 | 9    | 5    |
| 13  | 31     | 32 | 29   | 15   | 39  | 45     | 35 | 15   | 8    |
| 14  | 5      | 25 | 23   | 46   | 40  | 59     | 15 | 14   | 28   |
| 15  | 12     | 42 | 21   | 11   | 41  | 5      | 6  | 7    | 4    |
| 16  | 36     | 16 | 10   | 5    | 42  | 10     | 17 | 27   | 14   |
| 17  | 52     | 41 | 15   | 8    | 43  | 21     | 10 | 13   | 7    |
| 18  | 27     | 23 | 3    | 6    | 44  | 5      | 64 | 11   | 22   |
| 19  | 17     | 33 | 41   | 21   | 45  | 30     | 15 | 16   | 8    |
| 20  | 13     | 13 | 9    | 18   | 46  | 39     | 10 | 10   | 5    |
| 21  | 57     | 58 | 28   | 14   | 47  | 32     | 39 | 5    | 10   |
| 22  | 62     | 42 | 8    | 16   | 48  | 25     | 32 | 25   | 13   |
| 23  | 42     | 57 | 8    | 4    | 49  | 25     | 55 | 17   | 9    |
| 24  | 16     | 57 | 16   | 8    | 50  | 48     | 28 | 18   | 9    |
| 25  | 8      | 52 | 10   | 20   | 51  | 56     | 37 | 10   | 20   |
| 26  | 7      | 38 | 28   | 14   |     |        |    |      |      |

Problem 6

| No. | (X, Y) |    | q(x) | p(x) | No. | (X, Y) |    | q(x) | p(x) | No. | (X, Y) |    | q(x) | p(x) |
|-----|--------|----|------|------|-----|--------|----|------|------|-----|--------|----|------|------|
| 1   | 40     | 40 | 0    | 0    | 27  | 41     | 46 | 18   | 9    | 53  | 54     | 38 | 19   | 38   |
| 2   | 22     | 22 | 18   | 9    | 28  | 55     | 34 | 17   | 9    | 54  | 55     | 57 | 22   | 11   |
| 3   | 36     | 26 | 26   | 13   | 29  | 35     | 16 | 29   | 15   | 55  | 67     | 41 | 16   | 8    |
| 4   | 21     | 45 | 11   | 22   | 30  | 52     | 26 | 13   | 26   | 56  | 10     | 70 | 7    | 14   |
| 5   | 45     | 35 | 30   | 15   | 31  | 43     | 26 | 22   | 11   | 57  | 6      | 25 | 26   | 13   |
| 6   | 55     | 20 | 21   | 11   | 32  | 31     | 76 | 25   | 13   | 58  | 65     | 27 | 14   | 7    |
| 7   | 33     | 34 | 19   | 38   | 33  | 22     | 53 | 28   | 14   | 59  | 40     | 60 | 21   | 11   |
| 8   | 50     | 50 | 15   | 8    | 34  | 26     | 29 | 27   | 14   | 60  | 70     | 64 | 24   | 12   |
| 9   | 55     | 45 | 16   | 8    | 35  | 50     | 40 | 19   | 10   | 61  | 64     | 4  | 13   | 7    |
| 10  | 26     | 59 | 29   | 15   | 36  | 55     | 50 | 10   | 20   | 62  | 36     | 6  | 15   | 30   |
| 11  | 40     | 66 | 26   | 13   | 37  | 54     | 10 | 12   | 6    | 63  | 30     | 20 | 18   | 9    |
| 12  | 55     | 65 | 37   | 19   | 38  | 60     | 15 | 14   | 28   | 64  | 20     | 30 | 11   | 6    |
| 13  | 35     | 51 | 16   | 32   | 39  | 47     | 66 | 24   | 12   | 65  | 15     | 5  | 28   | 14   |
| 14  | 62     | 35 | 12   | 24   | 40  | 30     | 60 | 16   | 8    | 66  | 50     | 70 | 9    | 18   |
| 15  | 62     | 57 | 31   | 16   | 41  | 30     | 50 | 33   | 17   | 67  | 57     | 72 | 37   | 19   |
| 16  | 62     | 24 | 8    | 16   | 42  | 12     | 17 | 15   | 30   | 68  | 45     | 42 | 30   | 15   |
| 17  | 21     | 36 | 19   | 10   | 43  | 15     | 14 | 11   | 6    | 69  | 38     | 33 | 8    | 4    |
| 18  | 33     | 44 | 20   | 10   | 44  | 16     | 19 | 18   | 9    | 70  | 50     | 4  | 11   | 6    |
| 19  | 9      | 56 | 13   | 26   | 45  | 21     | 48 | 17   | 9    | 71  | 66     | 8  | 3    | 6    |
| 20  | 62     | 48 | 15   | 8    | 46  | 50     | 30 | 21   | 42   | 72  | 59     | 5  | 1    | 1    |
| 21  | 66     | 14 | 22   | 11   | 47  | 51     | 42 | 27   | 14   | 73  | 35     | 60 | 6    | 3    |
| 22  | 44     | 13 | 28   | 14   | 48  | 50     | 15 | 19   | 10   | 74  | 27     | 24 | 10   | 5    |
| 23  | 26     | 13 | 12   | 6    | 49  | 48     | 21 | 20   | 10   | 75  | 40     | 20 | 20   | 40   |
| 24  | 11     | 28 | 6    | 12   | 50  | 12     | 38 | 5    | 10   | 76  | 40     | 37 | 8    | 4    |
| 25  | 7      | 43 | 27   | 14   | 51  | 15     | 56 | 22   | 11   |     |        |    |      |      |
| 26  | 17     | 64 | 14   | 28   | 52  | 29     | 39 | 12   | 6    |     |        |    |      |      |

## Problem 7

| No. | (X, Y) |    | q(x) | p(x) | No. | (X, Y) |    | q(x) | p(x) | No. | (X, Y) |    | q(x) | p(x) |
|-----|--------|----|------|------|-----|--------|----|------|------|-----|--------|----|------|------|
| 1   | 35     | 35 | 0    | 0    | 35  | 65     | 55 | 14   | 7    | 69  | 56     | 39 | 36   | 18   |
| 2   | 41     | 49 | 10   | 5    | 36  | 63     | 65 | 8    | 16   | 70  | 37     | 47 | 6    | 3    |
| 3   | 35     | 17 | 7    | 14   | 37  | 2      | 60 | 5    | 3    | 71  | 37     | 56 | 5    | 3    |
| 4   | 55     | 45 | 13   | 7    | 38  | 20     | 20 | 8    | 16   | 72  | 57     | 68 | 15   | 8    |
| 5   | 55     | 20 | 19   | 10   | 39  | 5      | 5  | 16   | 8    | 73  | 47     | 16 | 25   | 13   |
| 6   | 15     | 30 | 26   | 13   | 40  | 60     | 12 | 31   | 16   | 74  | 44     | 17 | 9    | 5    |
| 7   | 25     | 30 | 3    | 6    | 41  | 40     | 25 | 9    | 5    | 75  | 46     | 13 | 8    | 4    |
| 8   | 20     | 50 | 5    | 3    | 42  | 42     | 7  | 5    | 10   | 76  | 49     | 11 | 18   | 9    |
| 9   | 10     | 43 | 9    | 18   | 43  | 24     | 12 | 5    | 10   | 77  | 49     | 42 | 13   | 7    |
| 10  | 55     | 60 | 16   | 8    | 44  | 23     | 3  | 7    | 4    | 78  | 53     | 43 | 14   | 7    |
| 11  | 30     | 60 | 16   | 8    | 45  | 11     | 14 | 18   | 9    | 79  | 61     | 52 | 3    | 6    |
| 12  | 20     | 65 | 12   | 24   | 46  | 6      | 38 | 16   | 8    | 80  | 57     | 48 | 23   | 12   |
| 13  | 50     | 35 | 19   | 10   | 47  | 2      | 48 | 1    | 2    | 81  | 56     | 37 | 6    | 12   |
| 14  | 30     | 25 | 23   | 12   | 48  | 8      | 56 | 27   | 14   | 82  | 55     | 54 | 26   | 13   |
| 15  | 15     | 10 | 20   | 10   | 49  | 13     | 52 | 36   | 18   | 83  | 15     | 47 | 16   | 8    |
| 16  | 30     | 5  | 8    | 16   | 50  | 6      | 68 | 30   | 15   | 84  | 14     | 37 | 11   | 22   |
| 17  | 10     | 20 | 19   | 10   | 51  | 47     | 47 | 13   | 26   | 85  | 11     | 31 | 7    | 14   |
| 18  | 5      | 30 | 2    | 4    | 52  | 49     | 58 | 10   | 5    | 86  | 16     | 22 | 41   | 21   |
| 19  | 20     | 40 | 12   | 6    | 53  | 27     | 43 | 9    | 18   | 87  | 4      | 18 | 35   | 18   |
| 20  | 15     | 60 | 17   | 9    | 54  | 37     | 31 | 14   | 7    | 88  | 28     | 18 | 26   | 13   |
| 21  | 45     | 65 | 9    | 18   | 55  | 57     | 29 | 18   | 9    | 89  | 26     | 52 | 9    | 18   |
| 22  | 45     | 20 | 11   | 6    | 56  | 63     | 23 | 2    | 4    | 90  | 26     | 35 | 15   | 8    |
| 23  | 45     | 10 | 18   | 9    | 57  | 53     | 12 | 6    | 3    | 91  | 31     | 67 | 3    | 2    |
| 24  | 55     | 5  | 29   | 15   | 58  | 32     | 12 | 7    | 14   | 92  | 15     | 19 | 1    | 1    |
| 25  | 65     | 35 | 3    | 6    | 59  | 36     | 26 | 18   | 9    | 93  | 22     | 22 | 2    | 4    |
| 26  | 65     | 20 | 6    | 12   | 60  | 21     | 24 | 28   | 14   | 94  | 18     | 24 | 22   | 11   |
| 27  | 45     | 30 | 17   | 9    | 61  | 17     | 34 | 3    | 6    | 95  | 26     | 27 | 27   | 14   |
| 28  | 35     | 40 | 16   | 8    | 62  | 12     | 24 | 13   | 7    | 96  | 25     | 24 | 20   | 10   |
| 29  | 41     | 37 | 16   | 8    | 63  | 24     | 58 | 19   | 10   | 97  | 22     | 27 | 11   | 22   |
| 30  | 64     | 42 | 9    | 18   | 64  | 27     | 69 | 10   | 5    | 98  | 25     | 21 | 12   | 6    |
| 31  | 40     | 60 | 21   | 11   | 65  | 15     | 77 | 9    | 18   | 99  | 19     | 21 | 10   | 5    |
| 32  | 31     | 52 | 27   | 14   | 66  | 62     | 77 | 20   | 10   | 100 | 20     | 26 | 9    | 18   |
| 33  | 35     | 69 | 23   | 12   | 67  | 49     | 73 | 25   | 13   | 101 | 18     | 18 | 17   | 9    |
| 34  | 53     | 52 | 11   | 6    | 68  | 67     | 5  | 25   | 10   |     |        |    |      |      |

## References

1. Y.K. Agarwal, Vehicle routing with limited fleet and common carrier option, presented at TIMS/ORSA Joint National Meeting, Boston, 1985.
2. Sh. Anily, The vehicle routing problem with delivery and backhaul options, *Naval Research Logistics* 43 (1996) 415–434.
3. M.O. Ball, A. Golden, A. Assad, L.D. Bodin, Planning for truck fleet size in the presence of a common-carrier option, *Decision Sciences* 14 (1985) 103–120.
4. D.O. Casco, B.L. Golden, E.A. Wasil, Vehicle routing with backhauls: Models, algorithms, and case studies, In: B.L. Golden, A.A. Assad, (Eds.), *Vehicle Routing: Methods and Studies*, Elsevier, Amsterdam, 1988, pp. 127–147.
5. C.W. Chu, A heuristic algorithm for the truckload and less-than-truckload problem, *European Journal of Operational Research* 165 (2005) 657–667.
6. J. Dethloff, Vehicle routing and reverse logistics: the vehicle routing problem with simultaneous delivery and pick-up, *OR Spektrum* 23 (2001) 79–96.
7. M. Gendreau, G. Laporte, D. Vigo, Heuristics for the travelling salesman problem with pickup and delivery, *Computers and Operations Research* 26 (1999) 699–714.
8. B.L. Golden, E.K. Baker, J.L. Alfaro, J.R. Schaffer, The vehicle routing problem with backhauling: two approaches, working paper MS/S 85-017, University of Maryland, College Park, 1985.
9. K. Halse, Modeling and Solving Complex Vehicle Routing Problems, PhD thesis, Institute of Mathematical Statistics and Operations Research, Technical University of Denmark, Lyngby, 1992.
10. J.G. Klincewicz, H. Luss, M.G. Pilcher, Fleet size planning when outside carrier service are available, *Transportation Science* 24 (1990) 169–182.
11. H. Min, The multiple vehicle routing problem with simultaneous delivery and pick-up points, *Transportation Research A* 23A, (1989) 377–386.
12. G. Mosheiov, The traveling salesman problem with pick-up and delivery, *European Journal of Operational Research* 79 (1994) 299–310.
13. G. Nagy, S. Salhi, Heuristic algorithms for single and multiple and depot vehicle routing problems with pickups and deliveries, *European Journal of Operational Research* 162 (2005) 126–141.
14. I.H. Osman, N.A. Wassan, A reactive tabu search metaheuristic for the vehicle

- routing problem with backhauls, *Journal of Scheduling* 5 (2002 ) 263–285.
15. S. Salhi, G. Nagy, A cluster insertion heuristic for single and multiple depot vehicle routing problems with backhauling, *Journal of the Operational Research Society* 50 (1999) 1034–1042.
  16. L.M. Schneider, New Era in Transportation Strategy, *Transportation Strategy* (1985) 118-126.
  17. P. Toth, D. Vigo, A heuristic algorithm for the vehicle routing problem with backhauls, In: L. Bianco, P. Toth (Eds.), *Advanced Methods in Transportation Analysis*, Springer, Berlin, 1996, pp. 585–608.
  18. P. Toth, D. Vigo, An exact algorithm for the vehicle routing problem with backhauls, *Transportation Science* 31 (1997) 372–385.
  19. P. Toth, D. Vigo, A heuristic algorithm for the symmetric and asymmetric vehicle routing problems with backhauls, *European Journal of Operational Research* 113 (1999) 528–543.
  20. F.A. Tang, R.D. Galvão, A tabu search algorithm for the vehicle routing problem with simultaneous pick-up and delivery service. *Computers & Operations Research* 2006; 33(3): 595-619.

## 以自有車輛收送貨或委託貨運公司服務 之啟發式演算法

朱經武 張國強

### 摘要

收送貨車輛途程問題是一項很重要的實務問題，因為運輸成本在運銷各項成本中所佔之比例很高。在實際生活中，由於需求具有不確定性，所以當需求量大於業者本身車隊的容量時，業者必須考慮將過剩的需求委託貨運公司運送。如能選擇一合適的運輸方式或業者運送貨物對公司非常重要，因為將可節省龐大之運輸成本。

本研究以單一配送中心為研究對象，在配送中心擁有不同車種之情境下，發展一整合選擇貨運公司服務與規劃自有車輛同時收送貨之啟發式演算法，協助運銷管理者解決問題。結果顯示，本研究所發展之啟發式演算法求解效率與精確度均十分良好。

**關鍵詞：**收送貨車輛途程問題、運送者選擇、啟發式演算法、0-1 整數規劃、物流

# 我國海洋能源產業：生質能源調查與分析

李選士<sup>1</sup> 鍾政棋<sup>2</sup> 徐穎珍<sup>3</sup>

## 摘要

近年環保意識抬頭，全球綠色觀念盛行。面對經濟成長與能源危機，全球有關能源發展之趨勢，將從消耗性能源逐漸轉向再生性能源。其中以海洋能源最為豐富，如何將海洋資源轉化為有效之能源，確實係重要的研究課題。臺灣四面環海，石油與煤炭石化燃料資源貧乏，開發再生能源實乃當務之急。由於海洋能源產業為新興產業，我國尚未有完善之配套措施。為了進行我國海洋能源產業中生質能源的調查與分析，本文主要構建海洋生質能源 PEST 問卷，並採用 SWOT 分析法，探討我國海洋生質能源的整體環境與經營環境。研究分析發現，對於我國發展海洋生質能源及其所產生的經濟效益已獲大眾認同，且多數同意我國具備優良的天然條件、人力資源、先進技術與創新能力等優勢。然而海洋能源產業目前尚處於起步階段，不僅於技術研發方面須持續加強，政府政策與法規、資金投入及供應鏈體系等，則有待政府積極規劃與協助。研究結果可以提供海洋生質能源業者擬定營運策略，以及政府主管機關研擬能源政策之參考。

**關鍵詞：**海洋能源、生質能源、能源政策、PEST 分析

## 壹、前言

因過度使用石化燃料，全球正面臨能源枯竭與環境惡化之雙重壓力；加上1986年蘇聯烏克蘭車諾比核災事件與2011年日本311海嘯事件所致之核能危機，不可否認者，石化燃料與核能等傳統性能源，已為人類帶來另一種生存危機。換言之，以全球能源發展趨勢觀之，勢必從消耗性能源逐漸轉向再生性能源，對再生能源之開發，將是未來能源發展之主要方向。基於此，全球各國紛紛投入大量的人力與物力，積極開發替代能源與再生能源，諸如海洋能源、機械能源、太陽能、風力能源、水力能源與地熱能源等。於諸多能源中，以海洋能源最具發展潛力與

---

<sup>1</sup>國立臺灣海洋大學航運管理學系教授

<sup>2</sup>國立臺灣海洋大學航運管理學系教授

<sup>3</sup>國立臺灣海洋大學航運管理學系博士生

優勢，蓋海洋覆蓋地球表面積達71%，蘊藏著豐富之能源，如生質能源、潮汐能源、波浪能源、洋流能源等可供開發使用。

能源的資源與使用，與永續發展密切相關(Hepbasli, 2008)。根據Gan and Yu (2008)研究指出，能源的生產、使用與永續發展間之關係有二個主要特性：一是提供充足能源服務以滿足人類需求，改善社會福利與提供平等的經濟發展權；二是能源的生產與使用，不應危及現代與未來人類之生活品質，且不應超過生態系統之負荷量。為了解決現今環境問題，需要具有長期潛力之行動，以期達到永續發展之目標，因此，再生能源資源便成為最有效率與效果之解決方案(Kaya, 2006)。生質、海洋、風力、地熱、水力發電與太陽能等再生資源取用不盡，且能提供比傳統能源更多之環境利益。各種再生能源都有其特殊性與優點，使能特別適用於不同之應用，於使用時幾乎不會排放氣體或液體之污染(Hepbasli, 2008)。

根據Míguez *et al.* (2006)研究指出，再生能源提供許多額外利益，包含減少對外部能源之依賴，推動地區性零件製造工業，促進與再生能源使用相關的地區性工程與顧問服務，提升研究與發展，減少發電與轉換之影響，增加對鄉村人口之服務水準，以及創造就業機會等。為地方居民提供充足、乾淨與可負擔之能源，能根除貧窮與增進人類福祉，並提升全球生活水準。因此永續性便成為定義地方發展之策略，及相關科技選擇之重要準則(Gan and Yu, 2008)。因此Reddy *et al.* (2000)研究建議，將永續地方能源發展與新能源及再生能源技術相連結，如現代生質能源之技術，以達全球環境保護、地方永續發展與改善貧窮之目標。

以臺灣環境而言，由於缺乏天然資源，能源長期仰賴進口，國內經濟情勢受國際能源價格波動影響甚深。根據吳志偉(2012)研究我國目前能源供需情勢指出，我國對進口能源、化石能源依存度高，且發電高碳比率偏高，整體能源使用效率仍有待改善。有鑑於此，我國應致力於開發替代能源之技術，減少石油與煤炭石化燃料之使用。根據經濟部(2008)提出的永續能源政策，強調「能源、經濟與環保」三贏之政策目標，即永續能源發展應兼顧能源安全、經濟發展與環境保護，以滿足未來世代發展之需要。臺灣自然資源不足，環境承載有限，永續能源政策應將有限資源進行有「效率」之使用，開發對環境友善之「潔淨」能源，並確保持續「穩定」之能源供應，以創造跨世代能源、經濟與環保三贏之願景。基於此，臺灣四面環海，擁有相當特殊之地理環境，若能利用此絕佳之天然條件，有效開發海洋能源，將有助於使臺灣邁向能源自主之目標。

近年來國際油價高漲，環保意識抬頭，綠色能源的開發與需求日益增加，我國有必要積極尋找替代燃料與再生能源。根據Shie *et al.* (2011)研究指出，生質廢料已被視為一種有價值的再生資源與能源來源。可知於各種能源中，發展生質能源替代石油與煤炭，儼然成為全球之熱潮。因此，為開發及提升我國利用海洋資源轉換替代性能源之技術，培植我國海洋能源產業，並建立具有專業知識且技術優

良之人力結構，本文將從我國海洋生質能源的調查著手，除了蒐集國內外相關文獻，將構建政治(Political)、經濟(Economic)、社會(Social)與科技(Technological)的PEST分析構面，及分析生質能源業界的內部優勢(Strengths)與劣勢(Weaknesses)，及其外部的機會(Opportunities)與威脅(Threats)等因素所構建的SWOT分析法，探討我國海洋生質能源的總體環境與經營環境。本文研究成果可以提供我國海洋生質能源業者擬定營運策略，以及政府主管機關研擬能源政策之參考。

本文配置如下，第一節說明研究背景與動機，及研究問題與目的等；第二節進行國內外相關文獻回顧，並提出綜合評析；第三節說明研究方法，包括問卷設計PEST構面與SWOT分析法；第四節則進行我國生質能源的調查與分析；最後第五節提出研究與建議。

## 貳、文獻回顧與評析

根據Faaij (2006)研究指出，欲減緩溫室氣體排放及替代石化燃料，生質能源被視為主要的選項之一。歐盟於過去10-15年，產自生質的熱能與電能，每年分別增加約2%與9%，生質燃料產量於同期亦增加約八倍。基本上，歐洲所有國家均將生質能源列入能源與氣候政策中。於2010年，歐盟規劃約10%能源供給，將來自於生質能源(Commission of the European Communities, 1997)。於瑞典，亦規劃2020年基礎能源供給中，將有40%由生質能源提供(NUTEK, 1996)。根據Gan and Yu (2008)研究指出，中國於能源利用上的發展需求亦逐漸提升，中國政府更設定2020年生質燃料，將能滿足15%的運輸能源需求(NDRC, 2007)。由此可知，隨著全球經濟之快速發展，石化燃料逐漸枯竭，生質能源已成為全球開發能源主要的發展趨勢。

生質能源成為代表性之供應選項，因為生質能源具有多樣性，且與其他技術(熱化學轉換、生物技術與農藝學等)及政策領域(氣候、能源、農業、廢棄物)相關連(Faaij, 2006)。根據Shie *et al.* (2011)研究指出，可再生生質燃料或生質能源經濟被視為一種途徑，有助於減少對石化燃料的依賴與溫室氣體問題，並提高農村經濟。此外Faaij (2006)亦指出，生質的可用性與利用，與許多主要經濟領域相關，包括能源、農業、林業、建材、食品加工、紙與紙漿等。以積極面而言，生質能源在能源生產外，亦帶來多元之利益。另一方面，生質能源系統之實行，也造成許多利益衝突，且因牽涉廣泛而使本文研究課題相對複雜。

實行生質能源計畫常面臨困難，包含燃料長期可用性、替代性應用、價格與來源變動等因素(Faaij, 2006)。根據陳明德(2012)研究指出，推動臺灣生質燃料應符合下列原則：(1)不影響糧食生產、不與糧爭地；(2)不造成政府長期財政負擔；(3)不影響消費者之使用便利性。根據鄭光成(2012)研究指出，微藻生質能源生產具下列優點：(1)單位產率較傳統陸生植物或油籽作物高；(2)非主要糧食來源，且能於

不可耕作之地進行生產；(3)以廢水或不可飲用之水為養分來源，並生產許多高附加價值之附產品。因此，各國海洋生質能源發展之關鍵，在於掌握適宜大量長期養殖之藻類。此外Shie *et al.* (2011)亦指出，生質燃料最常被使用於家庭或大型設施之中央空調。而欲替代石化燃料者，須能提供比石化燃料更佳之環境利益，且須能大量生產以符合能源需求。Gan and Yu (2008)研究指出，稻草與稻桿在中國為最充足的再生能源資源。就臺灣而言，稻米年平均產量約160萬噸(Shie *et al.*, 2010a; 2010b; 2010c)，每收割一噸穀物便留下1.35噸稻桿(Kadam *et al.*, 2000)。由此可知，稻桿即為可用之生質燃料，因能廣泛種植，且可作為生質產品殘餘物之最終使用。

根據Shie *et al.* (2011)研究指出，第一代生質燃料是來自於糖(甘蔗與甜菜等)、澱粉(玉米或小麥)、植物油(大豆、藻類、麻瘋樹、向日葵子)(Hung *et al.*, 2010; Pambudi *et al.*, 2010)，或動物脂肪。其中海藻養殖可吸碳、產出生質柴油與生質乙醇等可再生能源，未來更可供人類作為糧食與塑膠料源(潘崇良，2012)。隨著全球人口逐漸增加，人們開始批評使用食物作為生質燃料之原料，將造成糧食短缺與價格上漲。第二代生質能源有助於解決前一代問題，利用糧食作物殘餘部分組成之生質廢料，包含作物收割後的莖、桿、葉與皮，及其他非糧食作物(如麻瘋樹)與木屑、果皮、果肉等工業廢料，不僅能大量生產，亦能提供更佳之環境利益。目前可用的主要再生能源中，即有部分係由木材、作物與農林殘餘物提供(Bridgwater, 2006)。而且Pu *et al.* (2008)亦指出，木材及其副產品可被轉換為生質燃料，如合成氣、甲烷、甲醇或乙醇等。

生質能源之議題，在全球各國逐漸受到重視，影響其發展之因素甚多。根據Wüstenhagen *et al.* (2007)研究指出，社會與市場對再生能源的接受度是決策之關鍵準則。Agterbosch *et al.* (2007)與Upham and Shackley (2007)針對再生能源在歐洲與美國的社會接受度進行研究發現，大眾接受度對能源政策有重大影響。根據Van *et al.* (2003)研究發現，若大眾支持使用再生能源，將會使再生能源政策的執行更為容易。目前全球開發中國家，仍有近24億人仰賴傳統生質燃料。以中國為例，家戶使用煤炭與農林廢料等傳統生質燃料，嚴重影響當地人民健康(Zhang and Smith, 2007; Mestl *et al.*, 2007)；此等情形，在印度與非洲國家亦很普遍。事實上，實體資源與科技方案已能解決永續能源發展之挑戰，並同時滿足地方經濟條件與文化背景。然而關鍵再生能源技術，若缺乏足夠政策進行大規模宣傳，成本差異仍偏好傳統石化能源與傳統發展型式(Gan and Yu, 2008)。要言之，社會大眾對生質能源的理解與接受度，對於能源政策能否順利推行影響甚深。

## 參、研究方法

除了蒐集相關文獻，本文主要藉由問卷調查與訪談方式進行。問卷設計則以PEST構面並採用SWOT分析法，探討我國海洋生質能源的整體環境與經營環境。

## 一、文獻回顧法

本文採用文獻回顧法，蒐集彙整所需文獻；其中，國內資料包含經濟部能源局、教育部統計資料庫、行政院海洋事務推動委員會等公部門，及國內相關專題文獻、計畫書、座談會與博碩士論文等資料，整理出海洋生質能源議題之概況。國外資料部分，主要回顧國際相關文獻與教育政策，針對各國相關產業發展現況與預期成長目標進行分析，而各國政府對海洋生質能源的政策與態度，亦一併納入討論。

## 二、問卷調查與訪談

本文透過問卷調查方式，針對我國海洋生質能源相關事業單位進行調查，以期有效掌握我國海洋生質能源的發展現況。問卷設計第一部分為填卷人基本資料調查；第二部分採用PEST (Political, Economic, Social, Technological)進行我國海洋生質能源的總體環境分析，包含政府政策、經濟效益、社會認同與科技應用等四大構面；第三部分則採用SWOT (Strength, Weakness, Opportunity, Threat)分析法，針對我國海洋生質能源經營環境的內部優勢與弱勢及外部機會與威脅進行分析；最後進行業界未來人才需求調查，以了解目前業界人力供需情況。

問卷調查之進行，藉由經濟部能源局統計資料，蒐集相關產業名冊以確定問卷調查對象，並以郵寄方式為主，電話訪問方式為輔，以期提升問卷的回收率與可用率。為了彌補問卷調查結果之不足，本文彙整回收之問卷後，根據問卷調查結果，約訪政府部門與海洋生質能源相關學者專家，以及海洋生質能源業界人士，進一步探求海洋生質能源的發展現況。主要的訪談對象包含經濟部能源局研究人員、行政院海洋事務推動委員會之委員、國內海洋生質能源相關教育機構、海洋生質能源業界專家及立法相關部門人員等。

## 三、SWOT 分析法

為分析我國海洋生質能源經營環境之發展，本文採用SWOT分析架構，如圖1所示。

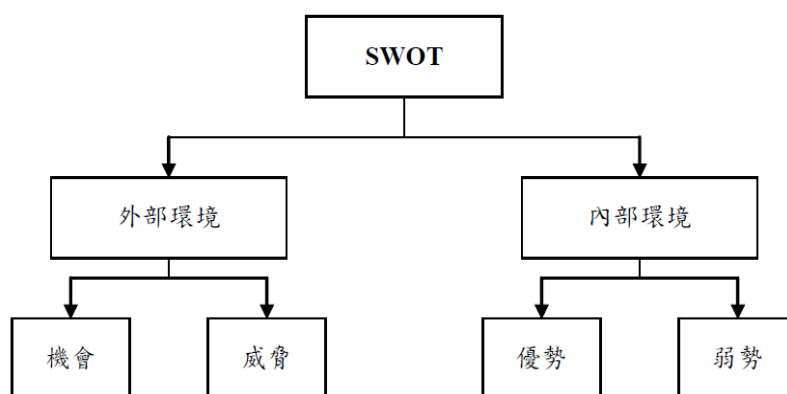


圖 1 SWOT 分析架構

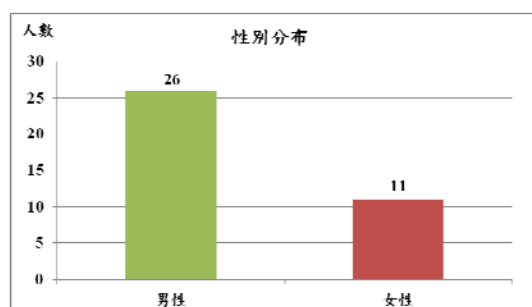
由圖1可知，SWOT分析法係分別從內部角度與外部角度，找尋海洋生質能源業界內部經營所擁有的優勢與劣勢，以及外部環境所面臨的機會與威脅，進而分析我國海洋生質能源經營環境之發展。

## 肆、生質能源調查與分析

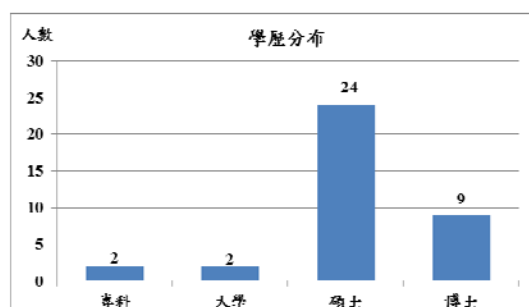
本問卷進行我國海洋生質能源之調查，首先分析填卷者基本資料，其次構建海洋生質能源PEST問卷分析總體環境，再透過SWOT分析經營環境，有關我國海洋生質能源未來人才需求，亦一併討論。

### 一、填卷者結構分析

本次問卷實際發放120份，有效問卷共37份，回收率為30.83%。為有效掌握填答者背景資料，本文針對填卷者的性別、年齡、學歷與服務機關等項目進行分析，分別如圖2所示。



2(a)



2(c)

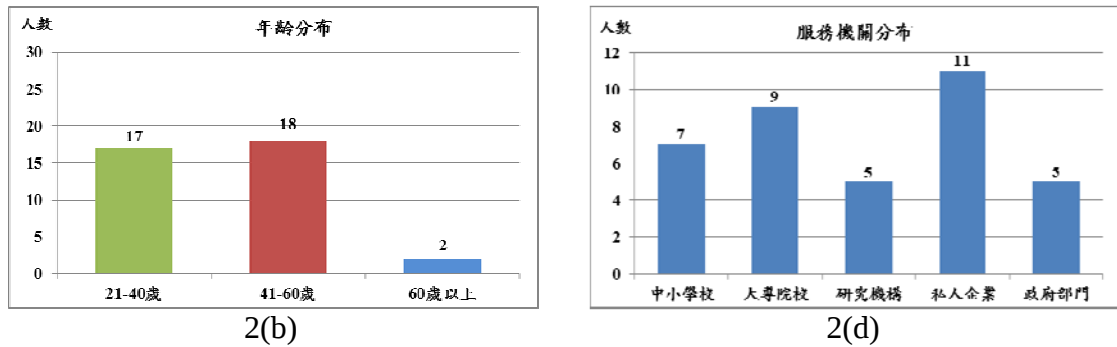
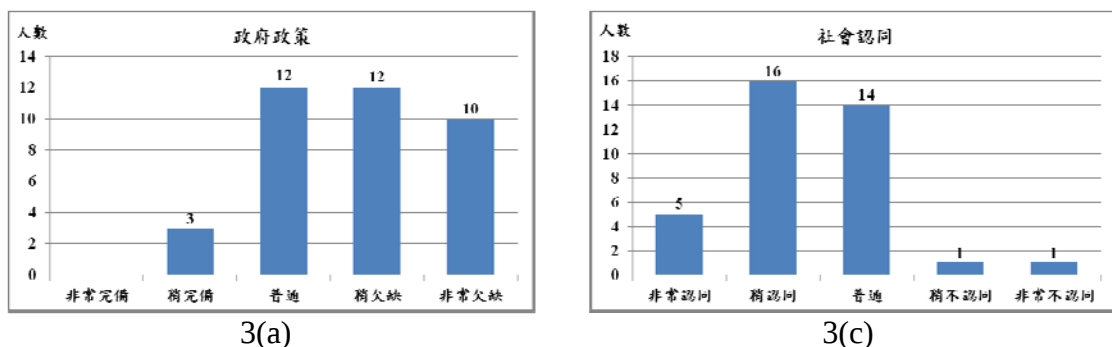


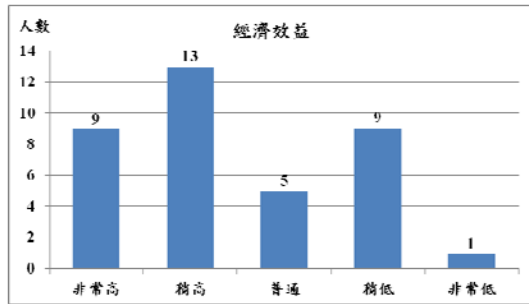
圖 2 填卷者結構分析

由圖2(a)可知，於37位填卷者中，男性26人(占70.27%)；女性11人(占29.73%)。由圖2(b)可知，填卷者年齡主要集中於21-40歲與41-60歲之間，分別有17人(占45.95%)與18人(占48.65%)，60歲以上者有2人(占5.40%)。以填卷者之學歷而言，如圖2(c)所示，以具碩士學位者最多，有24人(占64.86%)，其次具博士學位者有9人(占24.32%)，具大學與專科學位者各有2人(各占5.41%)。若以填卷者服務機關加以分類，如圖2(d)所示，以私人企業最多有11人(占29.73%)，其次依序為大專院校9人(占24.32%)、中小學校7人(占18.92%)、研究機構與政府部門各有5人(各占13.51%)。

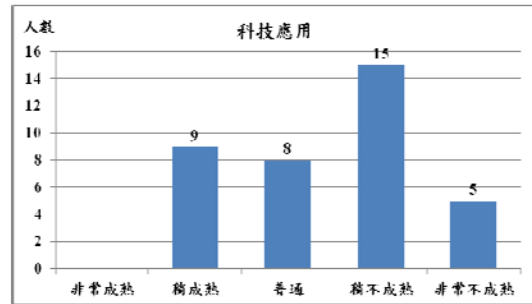
## 二、總體環境 PEST 分析

有關我國海洋生質能源的總體環境方面，本文構建以「政府政策」、「經濟效益」、「社會認同」與「科技應用」等PEST四大構面進行。以政府政策面而言，從「非常完備」至「非常欠缺」；經濟效益面則自「非常高」至「非常低」；社會認同面為「非常認同」至「非常不認同」；科技應用面則為「非常成熟」至「非常不成熟」。我國海洋生質能源的PEST分析，分別如圖3所示。





3(b)



3(d)

圖 3 我國海洋生質能源的 PEST 分析

由圖3(a)可知，有關政府政策方面，普遍傾向選擇「普通」、「稍欠缺」與「非常欠缺」，僅有3位(占8.11%)認為政府政策稍完備；換言之，政府對海洋生質能源的政策規劃與協助，確實有待加強。由圖3(b)可知，有關經濟效益方面，普遍給予較高之評價，有22位(占59.46%)選擇「非常高」與「稍高」；顯示大多認同發展海洋生質能源，可為我國帶來較高之經濟效益。由圖3(c)可知，有關社會認同方面，有21位(56.76%)表示「非常認同」與「稍認同」；顯示我國對於發展生質能源之接受度，已達到相當之程度。由圖3(d)可知，有關科技應用方面，有20位(占54.05%)認為「非常不成熟」與「稍不成熟」；由此推知，針對海洋生質能源的技術與研發部分，我國仍有積極改善進步之必要。

### 三、經營環境 SWOT 分析

有關我國海洋生質能源的經營環境方面，於內部環境的優勢與劣勢部分，本文構建以「政府政策」、「應用技術」、「人力素質」、「資金投入」、「天然資源」、「較低成本」、「大眾認同」與其他等八項(可複選)；外部環境的機會與威脅部分，則包含「具產業發展先機」、「供應鏈體系完整」、「政策與法規支持」、「技術創新與應用」、「人才教育與養成」與其他等六項(可複選)。我國海洋生質能源的SWOT分析，分別如圖4所示。

有關我國海洋生質能源經營環境，由圖4(a)可知，就內部優勢部分，主要係擁有豐富的天然資源與優良的人力素質。由圖4(b)可知，就內部劣勢部分，主要係缺乏政府政策支持與資金投入不足。由圖4(c)可知，就外部機會部分，主要係在於技術創新與應用、具產業發展先機及人才教育與養成方面。由圖4(d)可知，就外部威脅部分，主要為政府與法規支持與供應鏈體系完整之缺乏。

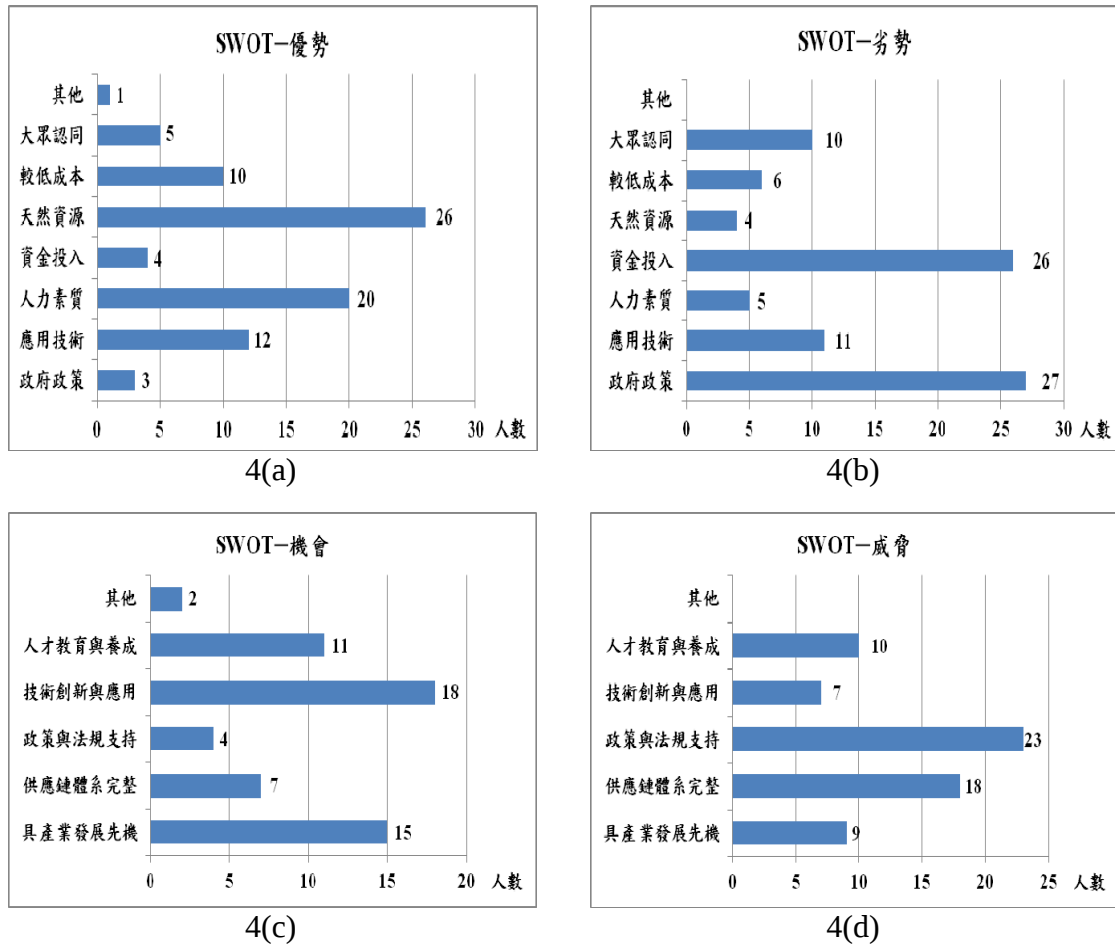


圖 4 我國海洋生質能源的 SWOT 分析

#### 四、未來人才需求分析

針對我國海洋生質能源業界未來人才需求方面，本文構建以「生產/製造」、「行銷/業務」、「人力資源/行政」、「研究發展」、「財務/會計」與其他等六項。我國海洋生質能源業界未來人才需求，如圖5所示。

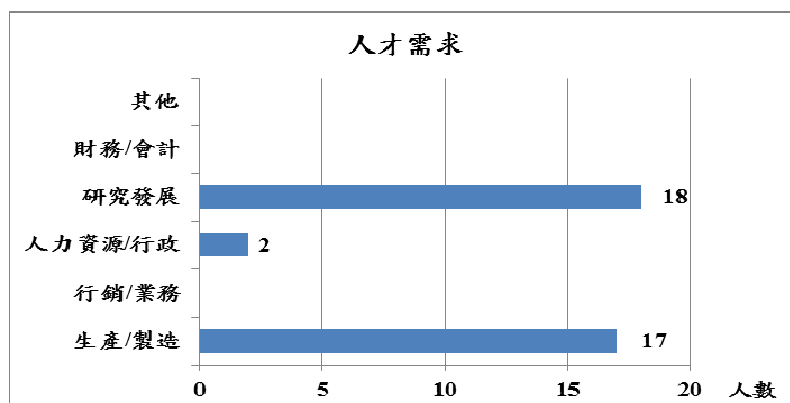


圖 5 我國海洋生質能源業界未來人才需求

由圖5可知，我國海洋生質能源未來最需要「研究發展」人才，其次為「生產/製造」人才。由此推知，我國海洋生質能源目前仍處於起步階段，因此需要投入較多的研發與產製人才，俾能協助技術突破與創新，以達大規模商業運轉之目標。

## 伍、結論與建議

綜合以上討論，本文提出研究結論及後續研究建議如下。

1. 就填卷者基本資料而言，以男性占多數，年齡則集中於21-60歲區間，且以碩博士居多，服務機關則廣泛分布於產官學研各界。由此推知，本次調查之對象，不僅對海洋生質能源具有相當程度之了解，亦有助於從不同角度提供相關之意見。
2. 有關我國海洋生質能源總體環境調查顯示，對發展海洋生質能源之接受度，已普遍獲得社會大眾之認同，且有六成填卷者認為，能為我國產生較高之經濟效益。然而，對海洋生質能源我國尚處於起步階段，對海洋生質能源的技術與研發，我業者仍有積極改善之必要，而政府有關發展政策或須更加明確，對海洋生質能源的政策規劃與協助，確實有待加強。
3. 有關我國海洋生質能源經營環境調查顯示，憑藉我國四面環海的天然條件、優質人力及先進技術與創新能力等，將使我國海洋生質能源於全球經營環境更具競爭力；相反地，缺乏政府政策與法規支持、資金不足及供應鏈體系不甚完整等，可謂為主要的劣勢與威脅，勢將有損我國海洋生質能源於國際上之競爭力。
4. 未來應敦促我政府積極擬定健全完善的發展計畫，以確保穩定之經營環境，冀能提升我國海洋生質能源的整體競爭力。於未來研究建議，可針對我國海洋生質能源的人力供需缺口進行深入分析，藉以掌握海洋生質能源所需人力，以提供各大專校院作為開設相關課程、培訓人力的重要參考依據。

## 參考文獻

1. 經濟部(2008)，永續能源政策綱領，中華民國經濟部。
2. 吳志偉(2012)，「我國再生能源發展之現況與願景」，我國海洋生質能源產業發展趨勢學術研討會論文集，3月2日，基隆：國立臺灣海洋大學，頁24-34。
3. 陳明德(2012)，「我國生質燃料推動與發展策略」，我國海洋生質能源產業發展趨勢學術研討會論文集，3月2日，基隆：國立臺灣海洋大學，頁55-64。
4. 潘崇良(2012)，「大型海藻生質能源研發之現況與展望」，我國海洋生質能源產業發展趨勢學術研討會論文集，3月2日，基隆：國立臺灣海洋大學，頁

113-130。

5. 鄭光成(2012),「微藻生質能源：由室內小型生產到室外擴大生產」,我國海洋生質能源產業發展趨勢學術研討會論文集,3月2日,基隆:國立臺灣海洋大學,頁101-111。
6. Agterbosch, S., Glasbergen, P., and Vermeulen, W. J. V. (2007), "Social Barriers in Wind Power Implementation in the Netherlands: Perceptions of Wind Power Entrepreneurs and Local Civil Servants of Institutional and Social Conditions in Realizing Wind Power Projects," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 11, Iss. 6, pp. 1025-1055.
7. Bridgwater, T. (2006), "Biomass for Energy," *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 86, Iss. 12, pp. 1755-1768.
8. Commission of the European Communities (1997), White Paper for a Community Strategy and Action Plan: Energy for the Future: Renewable Sources of Energy, COM (97) 599, Brussels.
9. Faaij, A. P. C. (2006), "Bioenergy in Europe: Changing Technology Choices," *Energy Policy*, Vol. 34, Iss. 3, pp. 322-342.
10. Gan, L. and Yu, J. (2008), "Bioenergy Transition in Rural China: Policy Options and Co-benefits," *Energy Policy*, Vol. 36, Iss. 2, pp. 531-540.
11. Hepbasli, A. (2008), "A Key Review on Exergetic Analysis and Assessment of Renewable Energy Resources for a Sustainable Future," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 12, Iss. 3, pp. 593-661.
12. Hung, Y. S., Chen, Y. H., Shang, N. C., Chang, C. H., Lu, T. L., Chang, C. Y., and Shie, J. L. (2010), "Comparison of Biodiesels Produced from Waste and Virgin Vegetable Oils," *Sustainable Environment Research*, Vol. 20, No. 6, pp. 417-422.
13. Kadam, K. L., Forrest, L. H., and Jacobson, W. A. (2000), "Rice Straw As a Lignocellulosic Resource: Collection, Processing, Transportation, and Environmental Aspects," *Biomass and Bioenergy*, Vol. 18, Iss. 5, pp. 369-389.
14. Kaya, D. (2006), "Renewable Energy Policies in Turkey," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 10, Iss. 2, pp. 152-163.
15. Mestl, H. E. S., Aunan, K., Seip, H. M., Wang, S. X., Zhao, Y., and Zhang, D. S. (2007), "Urban and Rural Exposure to Indoor Air Pollution from Domestic Biomass and Coal Burning across China," *Science of the Total Environment*, Vol. 377, Iss. 1, pp. 12-26.
16. Míguez, J. L., López-González, L. M., Sala, J. M., Porteiro, J., Granada, E., Morán, J. C., and Juárez, M. C. (2006), "Review of Compliance with EU-2010 Targets on Renewable Energy in Galicia (Spain)," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 10, Iss. 3, pp. 225-247.
17. NDRC (2007), National Development and Reform Commission People's Republic of China, Medium and Long-term Development Plan for Renewable Energy in China, (Abbreviated Version, English Draft), September.

18. NUTEK (1996), *Energy in Sweden 1995*, Stockholm.
19. Pambudi, N. A., Torii, S., Saptoadi, H., Sumbodo, W., Syamsiro, M., and Surono, U. B. (2010), "Experimental Study on Combustion of Biobriquettes Jatropha Curcas Solid Waste," *Journal of Environmental Engineering and Management*, Vol. 20, No. 2, pp. 133-136.
20. Pu, Y., Zhang, D., Singh, P. M., and Ragauskas, A. J. (2008), "The New Forestry Biofuels Sector," *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, Vol. 2, Iss. 1, pp. 58-73.
21. Reddy, A. K. N., Smith, K. R., and Williams, R. H. (2000), "Rural Energy in Developing Countries," *World Energy Assessment: Energy and the Challenge of Sustainability*, UNDP/CSD/WEC, New York (Ch. 10).
22. Shie, J. L., Chang, C. Y., Chen, C. S., Shaw, D. G., Chen, Y. H., Kuan, W. H., and Ma, H. K. (2011), "Energy Life Cycle Assessment of Rice Straw Bioenergy Derived from Potential Gasification Technologies," *Bioresource Technology*, Vol. 102, Iss. 12, pp. 6735-6741.
23. Shie, J. L., Tsou, F. J., Lin, K. L., and Chang, C. Y. (2010a), "Bioenergy and Products from Thermal Pyrolysis of Rice Straw Using Plasma Torch," *Bioresource Technology*, Vol. 101, Iss. 2, pp. 761-768.
24. Shie, J. L., Tsou, F. J., and Lin, K. L. (2010b), "Steam Plasmatron Gasification of Distillers Grains Residue from Ethanol Production," *Bioresource Technology*, Vol. 101, Iss. 14, pp. 5571-5577.
25. Shie, J. L., Chang, C. Y., Tzeng, C. C., Hung, P. Y., Chang, C. C., Chiang, S. W., Tseng, J. Y., Tu, W. K., Yuan, M. H., Li, H. Y., and Yu, Y. J. (2010c), "Water-enhanced Reforming of Syngas to Fuels and Chemicals in a Batch Reactor," *Journal of Environmental Engineering and Management*, Vol. 20, No. 3, pp. 181-187.
26. Upham, P. and Shackley, S. (2007), "Local Public Opinion of a Proposed 21.5 MW (e) Biomass Gasifier in Devon: Questionnaire Survey Results," *Biomass and Bioenergy*, Vol. 31, Iss. 6, pp. 433-441.
27. Van, D. A., Beurskens, L., Boots, M., Kaal, M., De, L. T., Van, S. E., and Uytterlinde, M. (2003), *Renewable Energy Policies and Market Developments*, ECN-energy Research Centre of the Netherlands, March, ECNC03-029.
28. Wüstenhagen, R., Wolsink, M., and Bürer, M. J. (2007), "Social Acceptance of Renewable Energy Innovation: An Introduction to the Concept," *Energy Policy* Vol. 35, Iss. 5, pp. 2683-2691.
29. Zhang, J. and Smith, K. R. (2007), "Household Air Pollution from Coal and Biomass Fuels in China: Measurements, Health Impacts, and Interventions," *Environmental Health Perspectives*, Vol. 115, No. 6, pp. 848-855.

# **Ocean Energy Industry in Taiwan: A Survey and Analysis of Bioenergy**

**Hsuan-Shih Lee   Cheng-Chi Chung   Ying-Chen Hsu**

## **ABSTRACT**

There has been a general awareness about environmental protection in recent years, and the idea of “going green” has been popular around the world. Because of economic growth and an energy crisis, the developmental trend of energy may be turned from expendable to renewable energy. Ocean energy is the richest resource among all renewable energy. Therefore, the development and use of ocean resources is the most important energy issue. Due to the lack of fossil fuel, it is critical to develop renewable energy in Taiwan. The greatest advantage among Taiwan’s natural resources is the surrounding oceans. However, ocean energy is still a growing industry, and is lacks enough supporting policies in Taiwan. For further investigation and analysis of ocean bioenergy in Taiwan, this paper uses a PEST questionnaire and adopts SWOT analysis, to get a thorough understanding of its overall and business environment. Results show that developing ocean bioenergy in Taiwan and its economic benefits have been recognized. It is also shown that Taiwan has the superior nature conditions, human resources, technology and creativity to pursue it. However, ocean bioenergy in Taiwan is still in an initial stage. Technical development, government policy and regulation, capital investment, and the supply chain system all require the government’s assistance and planning. The findings of this paper can be a good reference in assisting ocean bioenergy companies in operational decision-making, as well as government agencies in formulating supportive energy policies.

**Keywords: Ocean energy, Bioenergy, Energy policy, PEST analysis**





# 湛藍中一抹虹彩：一位女性船員的自我敘說研究

張怡蘋<sup>1</sup> 張啟隱<sup>2</sup> 郭俊良<sup>3\*</sup>

## 摘要

臺灣位處太平洋航運樞紐位置，航運產業創造龐大之經濟收益，然而近年來卻呈現本國籍船員短缺及海事人力斷層的現象，若女性人力資源能投入船員職場，則可紓解此一窘境。本研究採質性研究法中之自我敘說方式，以一位女性船員之日記為敘說素材，內容跨越一年八個月，含蓋實習生及見習三副兩個身份階段，並以 Connell(2002)提出的「性別關係」：權力、生產、情感、符號四個關係面向為架構，分別討論船員職場之性別現況，務求完整且真實地呈現女船員在海上之心境與困境，並透過船上人際互動關係，挖掘出女船員在職場的不同面貌。基於女性船員之稀有，本素材內容更形珍貴，除揭開女船員的神秘面紗，亦打破航海職場性別迷思與性別刻板印象。

**關鍵詞：**女性船員、自我敘說、性別關係、性別迷思

## 壹、前言

臺灣位處太平洋航運樞紐位置，根據聯合國貿易暨發展會議(United Nations Conference on Trade Development, UNCTAD)2010 年 1 月統計(Review of Maritime Transport, 2010)顯示，臺灣航商擁有總噸位 1,000 以上之商船共計有 637 艘，總載重噸為 2,949 萬噸，佔世界總船噸的 2.53%，世界排名第 11 位，足見臺灣在國際航運業之重要性無庸置疑(UNCTAD, 2010; 林明輝, 2012)。

目前全球航運業遭遇到最大的困境，即是甲級船員短缺的問題，預估到 2015 時，將會有 5%(約 31,200 人)的缺口(BIMCO/ISF, 2010)。臺灣也面臨此嚴酷的事實，呈現本國籍船員短缺及海事人力斷層的現象，令產官學界憂心忡忡。依交通部統計(2010 年交通年鑑)，截至 2010 年底止，我國甲級船員上船服務人數計 3,765 人，其中服務於外籍船舶之人數有 1,665 人，服務於國籍船舶之人數有 2,100 人。林明輝研究發現，若依據 UNCTAD 統計的台灣船隊 637 艘，其所需求之甲級船員計約 5,096 人(以 637 艘，每船配 8 位甲級船員為準)，如此算來，尚不足 1,331 人，數據顯示海上人力失衡問題之嚴重性(林明輝, 2012)。

政府為紓解此一問題，於民國 100 年 6 月 3 日，立法院三讀通過「船員法第五十一條修正案」，正式放寬船員上船之年齡限制條件，65 歲以上船員只要合於

<sup>1</sup> 國立台灣海洋大學商船學系碩士生

<sup>2</sup> 國立台灣海洋大學商船學系教授

<sup>3\*</sup> 通訊作者，國立台灣海洋大學商船學系助理教授；E-mail: [gjl@ntou.edu.tw](mailto:gjl@ntou.edu.tw)。

船員體格檢查標準，得繼續受雇為船員，甚至無年齡上限。此一法條突顯了船員短缺及人力資源斷層問題的嚴重性，並試圖以高齡資深船員填補此一人力空缺。然而，這樣的政策真能為海上人力不足的現況解套嗎？謝瑞男和田文國(2012)認為這是走一步算一步永無明天的立法，完全違反人性及自然凋謝原則，並建議改善船員短缺問題應善用現有的船員人力。國際海事組織(International Maritime Organization, IMO)也曾基於此一觀點，建議航運界應積極開發女性海上人力資源(Thomas, 2004)。

根據國際海事組織之估計指出，女性船員約僅佔全球一百二十五萬名船員中的1-2%，且大多數來自於西方國家(王官萼、郭俊良，2011)。假如女性船員能被充分利用，則不僅能夠緩解海上人力供不應求的困境，亦能補充岸上所需之船務管理人才(郭俊良、梁金樹，2009)。事實上，臺灣近年來培養了不少女性海事人才，但在航商僱傭考量下，能有機會發揮所長的女性仍在少數。

航商對於女性船員僱傭意願保守，其因素不外於：由於航運公司開放女性在船上工作的時間還不到十年，對於女性適不適合在此職場工作仍是採取觀望的態度(黃雅琳，2007)。王月喬(2005)認為：航商多以「男女有別」作藉口拒絕僱用女性船員，實則說不出具體的理由。不同的考量，擔心、顧忌女性在船上工作造成其他男性船員的不便，而此種不便卻是以男性為中心，來評估女性在男造的環境，造成男性船員的不便，在多一事不如少一事的心態下也就無心營造適合女性的工作環境(王月喬，2005)。甚至，有些女性航海工作者，現今不在船上繼續服務的原因，並非自願下船，而是公司內部政策希望女性不要以終身行船為職志，目的是為了減少女性工作者在海上工作之任何風險(郭蘭穎，2008)。可見，傳統性別刻板印象仍是女性投入航海界的一項阻礙因子，部份航商也因此父權思維，在甲級船員缺乏的窘境下，寧可僱用外籍男性船員而拒絕臺灣女性船員。

自一九九三年起，臺灣商船教育體系即開始招收女性學生，至今已培育了近千名女性航海畢業生(教育部，2011)，然而，檢視船員職場，女性船員的人數卻出乎意料的極少，業內女船副不超過六十人(王官萼、郭俊良，2011)。這些畢業生學有所長，卻為何未能學以致用？商船船員報酬優渥，非一般岸上職業能及，更能藉由工作環遊世界，何樂而不為？諸多的女性航海畢業生在完成學業後卻未進入海上職場，又是基於何種考量或無奈？這樣的疑問激發了作者的強烈好奇心，急欲揭開女性船員的神秘面紗，一窺其神秘印象下的真實樣貌。

二十一世紀的現代，人人皆具性別平權之基本概念，然而，在陽剛的船員職場裡，性別隔離及性別刻板印象依舊真實存在，船員職場因職場之獨特性及專質性，加上華人社會之傳統觀念包袱，在男女船員比例上，呈現出嚴重失衡及傾斜的狀態。本研究即基於這一現況，深入了解女性船員在職場適應上之心路歷程，探究女船員在職場上面臨的性別關係(含權力、生產、情感、符號四面向)。期藉由本研究消弭航商及社會之職場性別迷思、爭取女性上船工作機會、解決海上人力短缺問題、促進兩性平權職場的落實。

## 貳、研究系絡與文獻回顧

### 一、船員職場特性

知名的海洋文學作者廖鴻基(2006)曾說：「海岸，雖是海島的邊緣，是腳步終點；卻也是無窮視野的機會跟起點。」船員職場之外向視角正是如此，放眼望去，盡是浩瀚蔚藍、海天一色的美麗海洋，日時一望無際的壯闊視野、夜晚燦爛奪目的點點星空，竟日生活在如此的天然景致中，豈不令人稱羨。

然而，若將視角拉回到船舶上，又是一個迥然不同的感受了，封閉狹小的船艙、不斷移動的職場，相較於一般工作，船員職場顯得異常獨特，故對於新手船員而言，海上生活依靠的絕不單單是粉紅色的浪漫情懷便已足夠，不論是心理或生理狀態兩方面，在職場初體驗時都將面臨一大挑戰。

船舶離岸後，海上生活宛若移動的孤立社會體系，在汪洋中遺世獨立，且自有一套職場潛規則。Perry and Wilkie(1973)就曾將商船比喻成一座監獄、僧院、監獄、有機體、政治體、城市及社會，生動貼切的表達出海上職場的封閉及獨立自足。從心理層面來看，Forsyth and Bankston(1984)研究證實邊緣性(marginality)構成了船員的主要生活型態，因而令船員表現出無力感，以及社會文化不正常的疏離。船員工作長時間遠離家庭，隻身在海上職場奮鬥，其孤寂心情可想而知。賀孝方(1994)的研究也指出上船工作使得船員離開家庭，無法對家庭角色的需求予以實現，或者由於家庭緣故使得船員無法投入工作，導致船員的工作家庭角色衝突升高。

船員長期處於密閉空間，工作場所即是生活處所，工作與休閒難以明確劃分，且海上休閒娛樂選擇極少，無法充份放鬆休憩；加上海上通訊不易，無法與至親好友即時通訊，喜怒哀樂難以與人分享及渲洩。這諸多的限制與離群性造成了船員生理及心理上的無形壓力。生理方面，根據行政院衛生署(2012)公布的職業危害認知裡，船員在物理環境、化學環境、生物環境及身心環境上，皆面臨到許多威脅。包含船舶行駛造成的搖晃及機艙的高溫、噪音，甚至是化學氣體、液體的產生與儲存，以及超時工作、時差的調整，都在考驗著船員的健康。

近年來，隨著國際安全管理章程(International Safety Management Code, ISM Code)及國際船舶及港口設施保安章程(International ship and port facility security code, ISPS Code)的實施，船舶滯港期間還必須面臨港口國檢查(Port State Control, PSC)，為配合高頻率的相關安全檢查，自然也增加了船員之工作負荷(方信雄，2004)。綜而言之，基於船員職場之獨特性與專質性，船員除了專業能力外，往往更需要堅毅性格與剛鐵意志，才能對抗職場中可能造成的耗損，並提高工作滿意度，以創造更長的職涯壽命。

### 二、女性船員相關研究

「天這麼黑，風這麼大，爸爸捕魚去，為什麼還不回家？」這首家喻戶曉的童謠人人都能朗朗上口，一直以來，一提到「船員」這名詞，不論是指漁船或商船，絕大多數人腦海出現的，不外乎皮膚黝黑、身強體健的男子漢形象。而臺灣船員職場這個由純男性組成的陽剛職場，自一九九八年第一位女性見習船副誕生後(王月喬，2005)，不論在職場生態或船員心態上，都產生了微妙的變化。十四年來，臺灣航運界培育出一位女船長、五位女大副、以及數十位女船副(郭俊良，2012)，由此可見，船員職場已為女性就業開啟了一扇窗。然而，此一數據相較於臺灣海事教育體系十五年來之千名女性畢業生，著實少得驚人。

林彬(2007)曾調查女性航海畢業生，發現女性航海學生畢業後上船工作的意願高達44.4%，雖較男性59.8%為低，但相較於職場上女性船員的比例，可看出最終仍有多數的女性未能依其意願投入航海業。最主要的因素，脫離不了航商的僱傭意願。以目前臺灣航運界來說，僅有少數航運公司願意僱用女性船副，且擔任船副以上職位之現職女船員亦僅約六十位而已(王官萼、郭俊良，2011)，顯示通往航海之大門至今仍未完全敞開接受女性船員的加入。對於部份航商而言，當女船員進入原為男性單一性別之航海職場時，需要隨之改變的政策、硬體設備及習慣適應乃一艱鉅工程，航商往往依此思維，在僱用女性船員時，為減少麻煩而打退堂鼓，造成女性進入職場的一大阻力。

其中，航商最憂心的莫過於女性生理條件在船上的適應疑慮，針對這點，黃雅琳(2007)證實了女性的生理特質對職涯影響並不大；鍾添泉、余坤東(2008)也明確地論述：女性的人格特質為細心及高忠誠度，極符合現代大型、高速化航海載具駕駛台所訴求之專業特質，對於女性體能不如男性之憂慮，乃過度擔憂。Thomas(2004)調查了曾僱用女性船員的航商，發現航商對於女性船員皆抱持正面的想法，而女性船員也相當投入於海上職場，並在自我管理和工作表現上獲得肯定(劉子綾，2012)。

進入陽剛職場後，女性船副因屬於少數性別與年齡較輕的關係，在同儕相處與工作上產生了被「保護」與「限制」之現象(王月喬，2005；王官萼、郭俊良，2011)。國外研究也發現，男船員對女船員的偏見及敵意是因為女船員受到太多的保護及善待，並造成女船員的重大挫折，使其需更加倍努力證明自己的工作能力(Belcher et al., 2003)。

此外，Thomas(2004)及 Belcher 等人(2003)認為船員留任問題無關性別，打破了女性船員職涯壽命不長的刻板印象，故航商在僱傭船員時，應以個別差異思維來選用合適之女性船員(劉子綾，2012)。由於臺灣男性船員不足的現況，加上外籍船員薪資日漸高漲，女性船員之僱用機會增加，依此利基，可預見未來航海職場女性船員的出路將會更加寬敞。

全球在女性船員方面的研究數量有限，而國內的相關研究就更為稀少，每一份研究報告都彌足珍貴。本研究為呈現女性船員進入陽剛性別職場後之適應全貌，故以Connell(2002)提出的「性別關係」為架構，多面向探究船員職場的性別現況。

Connell(2002)認為個人、群體與組織彼此連結和區隔的方式，包含某機構內的性別體制或整個社會的性別秩序，這一整套性別配置關係即為「性別關係」。「性別關係」從權力、生產、情感、符號四個關係面向，分別描述現代化性別關係系統，然而個別分析僅是為了找出四個面向間的邏輯，以助了解極度複雜的現實情況，但在實際運作的情況下，四種面向總是彼此混合，彼此交互作用。

## 參、研究方法

基於上述之研究目的，為了能詳盡描述女性在船員職場中的行動與經驗，採取質性研究法(Qualitative Research)，以發掘脈絡中與個人有關的意義(胡幼慧，1996)。質性研究提供了有別於量化研究的另一種拓展心靈的門徑，關心的是「意義」而非「測量」，是「本質」而非「表象」，是「詮釋」而非「定律」(蕭瑞麟，2006)，亦即非由統計程序或其他量化方法來獲得研究發現的任何類型研究。它可能只涉有關人們生活、生活經驗、行為、情緒和感覺等的研究，也包括了攸關組織功能、社會運動、文化現象及國家間互動等的研究(黃雅琳，2007)。

本研究採質性研究法中之自我敘說方式(self-narrative)。「自我敘說」是指「個人『自我產出』(self-make)與『自我有關』(self-relevant or self-regarded)的自傳式故事」(Kao, 2008)。其目的在了解經驗及創塑經驗的意義，當我們開始建構敘事開端，我們同樣也在敘說三度空間中的工作：敘說那些造就我們現在的過往(時間性)，在個人與社會的互動中來回移動(關係性)，並將一切定置於某個位置(場所或情境)(蔡敏玲、余曉雯，2003)。

本研究以一位女航海學生之日記為敘說素材，日記涵蓋兩階段，前段為2010年7月14日至2011年元月14日(共六個月)，此乃實習階段；後段為2011年10月17日至2012年3月7日(共4個半月)，以見習三副身份登上散裝新船。這跨越一年八個月，完整且真實的航海日記可說是一段女船員初航全記錄，除呈現女船員在海上之心路歷程，也能透過船上人際互動事件，挖掘出女船員在船員職場的不同面向。本研究藉由此詳實的船員職場記錄，以性別關係四個面向(Connell, 2002)為主軸，進行資料分析與詮釋。包含：覺察女船員職場初體驗之脈絡「意義」、建構現今臺灣船員職場之真實「本質」，並進而「詮釋」女性船員在航海職場之優劣勢及未來展望。

## 肆、研究發現

Connell(2002)認為一個相互影響的社會層面構成了一個社會的性別秩序，即遍布全社會的男性氣概與女性氣質之間的關係模式，含蓋權力關係、生產關係、情感關係、符號關係。在船員職場這個獨立封閉的小社會裡，所有活動皆脫離不了此四個關係面向的範疇。故本研究採主題式結構，以「性別關係」為主軸架構歸納敘說素材，並在單一面向中依時間排序，呈現女性船員在航海職場的心路歷

程。

值得注意地，在以下的研究發現中，雖針對四個關係面向分別切入呈現，然而，部份狀態是同時存在多重關係面向：亦即四個關係面向間可能彼此相互作用、互相影響，非單一面向能含蓋，故呈現時以含蓋比例較高之面向為主。

## 一、權力關係

就在今天—2010年7月14日，懷著興奮忐忑的心情，揮別親愛的家人，我登上這艘大得嚇人的巨無霸，展開為期六個月的實習生涯。這是一艘17萬噸的不定期散裝船，全長289公尺，寬45公尺，共有九個貨艙，其主要任務是前往澳洲或南非，載運煤炭回臺灣麥寮港。然而，這些數字代表的意義，遠不如出現在眼前的畫面來得強烈震撼，畢竟「她」可是實現我航海夢想的重要伙伴啊！未來的六個月，請多多指教！

### (一) 萬年問題：真的要跑船嗎？

登船後，經過三副概略的介紹，我才知道船上共有30位人員，除了我們三位女實習生外，全是男性，且只有輪機長是臺灣人，其他都來自中國大陸。船長是位親切健談的中年人，大約四十多歲，他說他們從未遇過女實習生，真不知道要教我們什麼？大副也說：「有什麼需求安排，都可以跟咱們講，咱們也是第一次接到臺灣實習生，也沒啥經驗。」中國雖然也有航海學校招收女生，但女學生人數極少，對於臺灣航海學生中女學生竟然近乎總學生數的一半，他們都感到非常訝異。船長還問我：「你們以後有要跑船嗎？還是坐辦公室？」我回答：「會跑船。」船長：「女生真的不大適合跑船，我就擔心你們身體撐不撐得住。」

出麥寮港時，上來了兩位領港。其中一位見到我，就說：「你們是來實習的啊！我還以為你們來觀光的。」另一位也說：「我是覺得跑船這行業不適合女生啦！」聽了感覺真有點不舒服。不只是領港，船上的人也老愛問我們：「真的以後要跑船嗎？」我每次都很肯定地說：「是。」二副說：「女生跑船很辛苦啊！」這句話我聽了不下百遍，麻痺了吧！

### (二) 公司政策：女性是麻煩製造者？

上實習船不久，船公司傳來一份電子文，內容主要是要求女性船副注意：接領港要有水手一起；不可單獨接待賓客；不可以談戀愛；不能跟船上人員借錢；不能單獨相處在一個房間，除非處理公事，但也得打開房門……等。以這些要求來判斷，似乎認為女生可能會製造一些麻煩？我倒覺得公司應該也要發一篇針對男生的注意事項。何況，我們又不是沒遇過，男生一直想要進我們房間，二副就不只一次說要到我房間參觀。船長看完公文後，說他想得比這還詳細，早已嚴格規定他們(男性船員)不能進我們(女性船員)房間，船長說：「我為了妳們三個上船，不知道得罪了多少人，你問大副。」看到這份注意事項時，我覺得很不是滋味，發文對象應該是全體船員，而非針對女性船副，單單發給女生看，似乎暗示

了：只要發生事情就是女生的錯……，這樣只是更凸顯女性船員的特殊性罷了。就我來說，我很努力要消弭男女之間的差別，我很努力，每天都在學習，每天都要求自己進步，絕對不是上來度假，更不是上來混的，我真的很努力！

### (三) 女性的管理能力？

船到了寧波，又有領港問我：「你們以後也沒有要跑船吧？」我回答：「沒有，我們以後會跑船。」領港：「只跑一兩年吧？」我：「沒有。」領港：「是想要當到船長嗎？」我：「嗯。」面對這種萬年問題，我每次都會很肯定回答：「是的，我就是要跑船。」因為實在是厭倦了被認為是上來觀光，總是用一種藐視的眼光看待。還有一位領港說：「我之前也有遇過女生，她們都不會跑太長，都跑個一兩年就下去了。」這樣的言論，聽了總覺得很不開心，畢竟，我想跑得久不久跟性別並沒有絕對關係。領港又說：「我們上海那學校也有招女生，可是後來好像也沒什麼人去。我之前在韓國船上也有遇到女生，現在女船員是世界的趨勢啊，他們也在培養女生。」船長：「是因為現在船自動化程度高，他們(女船員)才可以，不然像以前的船他們根本不可能。這個行業本來就存在性別歧視。」領港B：「他們回到公司就當管人的？」船長笑著回答：「他們不行，誰要聽他們的話。對不對？」

### (四) 小結

權力面向裡，包含船公司及船上海員，對於女性船員的加入充滿了問號。船長及領港一再的詢問女船員之就業選擇，甚至直言女性並不適合跑船此一工作；而船公司在僱用女船員之後，也在安全考量的思維下，隨之給子女船員許多的限制；另外，船長對於女性船副管理能力的看法，亦隱含著權力不對等的性別階級意識。

## 二、生產（性別分工）關係

### (一) 實務技能再精進

熟悉船上生活後，發現每天都過著差不多的生活，做差不多的事情，但是感覺是很充實的，每天都有所學習，同時，亦有所收穫。最近跟著船長以及大副、二副、三副，學了許多實務技能，包括海圖、電子海圖、燈塔及霧號表，以及在雷達、GPS上面輸入轉向點並設定航線。這些都不是很困難，大多都已學過，在他們的說明中，學校學習的記憶也被喚醒了，很快的就能理解。此外，這幾天還有練習操舵，二副稱讚我操得很穩耶！總覺得很神奇也很了不起，這麼大的船舶就這樣輕鬆的駕駛，感覺真的很特別。船長也說：「她們(三位女實習生)基礎真的比大陸學生好，學得也快。真的很不錯，只是礙於他們是女生。」我告訴自己：繼續加油吧，努力打破男女的界線。

### (二) 何時可到甲板工作？

上船未滿兩星期，船進錨地拋錨時，船長要我操舵，這時候AB(幹練水手)說：「這麼大的船，卻是一個女生在操舵。」感覺好酷！船長說：「要學駕駛，三個月就可以；但要當一名好的水手，卻要五年。」希望我真能在三個月內學會駕駛，但是更希望我能學好水手該做的事，我們一直沒機會到甲板工作，等三個月之後，我會主動向船長要求的。或許我的力量沒有男生大，但是我有強烈的學習意願，而力氣這種東西，鍛鍊就有了！

### (三) 保護？還是性別歧視？

聽說這兩天要掃艙，我趁大副上來時，問掃艙時我們(女實習生)要做什麼？講到後來，他們(船長和大副)還是不希望我們去，希望我們在旁邊看就好。船長一直強調那真的很危險，但是我寧願大副派一個比較簡單的工作給我們，而不是叫我們在旁邊看。因為我根本沒有時間慢慢學，我必須不斷督促自己，要學得比他們快、比他們好，用能力來彌補我是女生這件事情(事實上，我以身為女生為榮)，要證明女生不但不比男生差，甚至更好，我決心在有限的時間內把每個船副的核心工作學會，並且熟練再熟練。當然，要當到大副並不容易，必須全神貫注、沉著冷靜，很多動作往往必須參雜許多的經驗，而經驗的累積只能靠自己，別人無法給予，就像有句話說「永遠無法複製別人的成功」，自己要找到自己的路，不要永遠期待別人來幫忙，天助自助者！

十月，我發現大副拿我做的卸貨計畫來用，完全沒有更改，好受寵若驚喔！但也有點怕被抓到錯誤，一則以喜，一則以憂啊！二副也問我，以後航程計畫都給我做好嗎？當下我馬上就說好，能夠獲得肯定真是開心，但還是要繼續加油，畢竟我們先天條件(體力)沒有比男生好，就得用態度跟努力來彌補。

有天，三副突然有感而發的說：「你們(指女性實習生)真的應該要去敲鑼，不會的話，以後消防設備要怎麼辦？」之後他又接著說：「不過，反正你們可以叫大副給你們派個人去敲就好了啊！」其他船員也這樣附和。依照船長的意思，我們以後是要直接當駕駛員，所以敲鑼這些其實是可以不用學的，但我認為要做到大副就得全部學會。三副最後又說：「這樣不知道是保護你們還是性別歧視，因為做什麼都要考慮到你們是女生。」

### (四) 男主外，女主內？

到了實習後期，大副很喜歡問我關於未來的規劃。大副說：「其實你也可以不用跑船，選擇跟船有關的行業做做也是可以的。」「女生就是要面對生小孩這關。」「不然就幹到二副、大副，再去公司工作也行。」「若妳們跑船的話，絕對會頂(比的意思)男生還仔細。」「問你弟弟有沒有意願跑船，其實男生跑船不錯的。」我覺得他們可能也感覺矛盾，一方面認可我們的能力，一方面卻還是覺得我們不適合這職場，總認為女生遲早都要結婚生孩子，不適合長期跑船，即使跑船，職涯壽命也不可能很長。

登上第二艘船後，身為見習三副，有時人到了甲板，只見大家都在忙，卻沒

人吩咐事情，只能瞭望，現在實在還拿捏不準我的定位。大副說：「見習生就是一塊很乾很乾的海綿，然後越學越多，就越膨脹。」「不要以為在船上工作，只要會航海看星星、太陽、月亮，那些其實都是最基本的，跑船真正要做的事情都跟那些沒關係。」這說法和我一直以來的想法差不多，我總當自己是一塊海綿，竭盡所能地將所有東西全部吸收，努力的充實自我。

每天又大同小異了，但我還是在相同的每天縫隙中尋找不同的快樂，努力學習。大副說我是他第一次遇到見習三副會做羅經差的。早上大副接班後，要二副和三副算潮汐表，他們兩個都不會算，大副大略講了一下，我稍做複習，很快就算出來，大副還誇讚我真的很聰明。再次上船，我才知道在實習的半年中，自己還真的增長了不少，雖然我只在駕駛台當班，甲板工作一竅不通，但是我很努力的用眼睛看，也積極的看了許多書！

#### (五) 我可以，我不輸給男生！

演習當天，必須爬到隔艙去拍內部被撞的洞。其實把相機交給大副、大管，還有老軌（輪機長）下去拍就可以，但是三副堅持她一定也要下去拍。我想她是在爭取一種「我可以，我不輸給男生」的信任感吧！大概上船的女生都會想要表現出這點吧，但是，我想自己該表現的，是除了體力上不輸給男生之外，還有做事的態度吧！大管甚至還開玩笑地說我跟三副有瑜亮情結，對於這種說法，我深深不以為然。

船長告訴我，把文件做好，就是一個適任的三副了。但我真的很不贊同，做好paper（文件）就是適任嗎？paper不就只有工作的一部份嗎？一想到我可能很快就要成為三副，我有點恐慌，並不是怕能力不夠，基本上我已大致了解三副的工作內容，但是若要教人，我自覺還不行！而且，其實我比較想去接新船，雖然很累，但是可以學到更多東西，別人都可以做到，我為什麼不行呢？

大副要我下午上去畫雷達測繪，他還對二副說：「如果她（指我）會畫，我就服了她。」然而，我就畫出來了。然後他又要我畫轉向、加油跟減速，還好當初在學習這部份的時候，並沒有造成我太大困擾，也感謝我真的還記得怎麼畫。接著大副又說到測天，我說我會測，大副又不相信啦！果然，之前實習的半年裡，幾乎每天算的功夫沒有白費，畫在海圖上的結果非常精確。大副驚訝的直說，他沒看過有見習三副會畫雷達測繪。這就是我乾海綿學習力的成果展現吧！

跟港務台呼叫的過程中，船長、大副知道對方是我同學，就開始問：那個對女生來說比較穩定，你怎麼不也去考？我說我又沒有那意願，雖然我去考應該也考得上，但是志不在此，畢竟現階段我只想要跑船啊！

#### (六) 女性的優勢

今天二副叫我穿戴空氣瓶，結果我根本撐不起來，只好用自己的方法，背在身上。如果是以前，我會很介意，但現在卻覺得還好，其實女生在船上沒必要特

意去證明自己力氣不輸人，或者把自己當男生用，何況，體能上比我柔弱的大有人在。在這一段時間裡，我發覺女性的身份，有時在船上反倒是一種優勢，許多需要體力的工作，男同事們總會主動的協助完成，女生在船上應該尋求另一種定位，表現出細心、貼心……這些特質。

令人雀躍的，三副說印尼的報關給我做。我覺得真是太完美了！終於可以好好練習一下，而且我已經反覆思考很多次要怎樣做了，正好可以試試看。尤其下次上船就是當三副了，求生、滅火還有證書，務必要在上船一星期內完成，一定要好好加油！船長也不斷提醒我，即將升上三副，要把握這段時間好好學習。關於學習，我認為：如果能向優秀能力強的人學習，固然很好；但是從做得不好的人身上，我卻可以學到更多，以他們為借鏡，反覆思考，如果是我呢？我會怎麼做？我真心感謝他們讓我了解，不論是什麼人、什麼能力，一定都有可以學習之處。

### (七) 小結

生產（性別分工）關係中，女性船員以本身積極學習的態度與優異的表現，贏得船上主管的肯定，但掃艙、敲鏽、甲板工作，卻一直因為安全理由而未獲准參與。女性在船上不斷受到來自同儕的關心，提醒身為女性總是要回歸家庭，顯示傳統性別分工的觀念猶存。而女性船員在這樣的性別分工下，也產生了兩種截然不同的相應態度，一部份人激發出「不讓鬚眉」的氣概，企圖表現出不輸男性的能力；另一部份人則認為：這何嘗不是女性在船上的優勢，女性應尋求展現所長的新定位。

## 三、情感關係

### （一）來自同性實習生的力量

實習第一天，踏上舷梯的第一步，心中感受到的除了期待興奮，並無太大的惶恐緊張，除了航海是我從國中起就一心嚮往的職志之因素外，我想有一部份原因是因為：還有兩位好友也一同上船實習，我並不孤單吧！

### （二）異性同儕的熱情

船上生活的第一個夜晚，竟是個驚魂夜！這晚，有其他船的人員來我們船上串門子，其中有位台籍實習男學生，打房間電話給我，我判斷他應該有喝酒，因為他講話怪怪的，閒聊幾句後，他便說：「我們可不可以去你房間閒聊啊？」我覺得不是很妥當，便說：「我要休息了，不太方便。」但後來又一直有人打電話來，甚至跑來敲我房門，叫我的名字。這一夜，全然陌生的環境，加上周遭不熟悉的男性船員，對於他們的熱情，我實在無法招架，嚇得都快哭了。

用午餐時，二副說：「船上有女生，大家都比較有精神。」二管也對我們說：「妳們可以多下來大台休息室玩，船上有妳們氣氛會活潑一點，大家都對妳們很

好，把妳們當小妹妹一樣看待。」大家對我們既親切，又很樂於幫助我們，也許是出自於新鮮吧！亦或者他們覺得在男性多數的船上，能和女船員聊聊天，還不賴吧！但相對的，我也不免憂心：他們之中，可能有人會覺得船上特別禮遇女生？希望他們不會把這種想法轉化成負面情緒啊！

依船公司規定，實習生每一個月都要交一篇中英文報告，對此心中有些忐忑慌張，因為大陸實習生做得很誇張，不但很多頁又附圖，感覺非常認真。雖然船長說不用做那麼多，但就是不想輸人，不想讓人家用既定的觀念看待，或許現在無法做到盡善盡美，但我願意學習、也願意做，我想自己應該努力爭取學習的機會吧！加油！

### （三）海上美景幽情

黃昏時，我們三個女實習生相約到甲板散步，見到成群的海鷗在空中悠閒翱翔、逗趣可愛的海豚在船邊追逐嬉戲，更特別的是，還見到海中的霸主—鯨魚浮出水面，這難得一見的壯觀景象，令人不由得讚嘆造物主的神奇！天際絢爛浪漫的夕陽，自海平面向上延伸，色彩或漸層或重疊，繽紛夢幻、瞬息萬變，而壯闊寬廣的視野，讓美景更加震撼懾人，此時，眨眼似乎都是一種浪費了。

今天是上船的第十天了，覺得跑船很開心，在汪洋中每天心情都很好！每天都在學習新事務，超級有收穫，生活真的很愜意愉快。尤其，船搖搖晃晃的，我非但不會暈，還感覺很舒服，總是能一夜好眠，所以對我來說，跑船真的很不賴，我漸漸覺得在船上工作對我來說，是一種自我實現的愉快歷程。

### （四）重覆的歷程與心理適應

很快的，覺得日子開始重覆了，就像三副說的：「我們每天的日子都太像了！」唯一有變化的，就是每天的三餐吧！雖然過著差不多的生活、做差不多的事情，但感覺是很充實的。今天，二副、二管要下船了，換新的人員上船，我本來還覺得沒什麼大不了，但聽到有人說：「可能以後都見不到了耶！」這才驚覺，對耶，真有可能之後都見不到面，而這又是船員職場的一大特色吧！你永遠不知道自己的同事是誰，可能相處一兩個月或者更短，又要換人，重覆著適應與被適應的過程。

實習第四個月，我和另一位實習女船員探討到一個問題，關於以後要不要繼續走航海這條路。她覺得有時候真的好無聊，而且現在船上還有我們（兩位女性實習生），未來有可能船上只有一個女生，這樣會不會過得更封閉？我認同在船上有時真的很閒，像船長說的：「船員工作其實很單純，做熟了，就好了。」看別人做好像很難，但自己親自下去做，就覺得也還好。船上比較難過的，只有不能很快收到新的資訊這件事吧！對我而言，船上工作沒什麼好與壞，一樣是在工作，差別只是在於我們住在辦公室裡罷了！我從不後悔自己的選擇，既然選擇了就繼續做下去，沒必要去羨慕別人，活在當下，不要浪費時間去後悔。

### （五）封閉環境下的人際情感

船上生活，沒有什麼大的變動，很麻木可是也很規律，頂多只是人與人之間摩擦造成的話題而已。二副說：「船上就是有些人喜歡搬弄是非，看清楚這些人嘴臉之後，記住不要隨著他們起舞。其實這種人也滿好笑的。」「在船上就是切勿標新立異、多做事少說話。」大副也說：「船上就是個小社會。」或許這些微妙的人際關係還需要慢慢去體會吧！

除了人際關係，情緒調適也是一大學問。大副提到：「人一旦在船上工作久了，沒有回陸地，個性都變得很極端，甚至管理方式也很極端。」還聊到有些男船員失控哭泣的情況.....船上總有些莫名其妙愛無聊造謠的人，也有愛欺負學生的人，抗壓真的很重要吧！我想沒有背水一戰的心情，遇到這些問題很難撐得下去。

### （六）離岸的無奈

上船的第一個平安夜，很多人在VHF互道聖誕快樂，忽然覺得有點淒涼，大家在陸地上可能開心去慶祝聖誕，但是在海上就只能自己度過，也不能和家人朋友大肆慶祝.....這就是跑船吧，從實習到現在，第一次覺得淒涼。船員必須具備良好的適應力，盡力做到蘇東坡「也無風雨也無晴」的境界，不論是雨天還是晴天，心情都不受影響，真的很超然。

聖誕節早上值班時，船長跟我講了許多關於船員的甘苦，包括跑船的悲哀以及對家庭的無力感。船長無奈的說，因為長期離家，導致他兒子見了面卻不叫他。他語重心長的對我說：「你有男朋友嗎？如果你要實現你的跑船夢想，回去就分手吧！」

下船時間進入倒數（實習期將滿）.....對於未來的路，還是有點困惑啊！雖然不討厭船上工作，但是真的就這樣了嗎？若到時候，只剩自己一個人（少了另兩位女實習生）在船上，真的能承受嗎？我給自己畫了一個大問號，因為真的沒有什麼自信可以面對那一切。然而，回顧這六個月，我覺得至少沒有白過吧！學了許多實務技巧，比起上船前的徬徨，現在踏實、自信多了。

以見習三副身份再次登船的第三天中午，二副接班時，看到三副不舒服在吃酸梅，二副說他昨天晚上也已吐過一次了，還說是因昨晚風浪很差.....。我記得我睡得不錯啊！二副說我就是天生適合跑船。這句話我已經聽過滿多遍了。

相較於實習的日子，現在的我，對海豚、彩虹、鯨魚已經沒什麼興趣了，感覺自己一點也不少女了，有時候還會誤以為自己已經上這艘船很久了，事實上卻還不到一個月，連一個航次都還沒跑完呢！難道是因為生活太過於類似？其實也不是，大概是因為指派的任務我都能很快完成，沒什麼過多的責任跟任務吧！

船上工作雖有明確的當班輪值表，但隨時有狀況，都必須去解決，算是責任制。有時雖然好像睡了很久（其實也大概睡了五個多小時而已），還是覺得沒有

很飽、很放鬆，大概在船上就會永遠處在一個緊繃的狀態吧！跑船還會讓人際關係變得非常狹隘，休息時我幾乎都待在房間，透過個人電腦看影片、看書、寫日記，其實，除了年紀較長不擅操作電腦的人以外，大家都習慣在不當班時，靜靜的在自己的房間玩電腦，船上人際間的交流互動，反而因科技的發達而越來越少了。

#### （七）思鄉情懷

大約每個月，船就會回到臺灣一次，雖然不能下船，但能透過網路和電話與親友聯繫，像是回到了家了，感覺真開心。在船上最辛苦的就是想吃的食物吃不到，而吃不到就更想吃了！船靠臺灣時，媽媽總是帶來我最愛的臺灣小吃，家人的關心與愛護，令離家遠遊的我深感溫暖。一直以來，爸爸、媽媽就是我最大的心靈支柱，他們的支持，讓我航海志向更加堅定。但我上船後，卻很少打電話回家，原因是怕聽到媽媽的聲音，不出20秒就會想哭，而這會動搖我的心情，所以還是多用簡訊吧！

船長最近情緒不佳，滿臉憂鬱，我想或許是因為在船上，船長沒辦法找人諮詢，如果在陸地上，他回家還可以跟他老婆討論，其實很多事情說開了，會恍然發現並沒有想像中的嚴重；但是在船上，就只能自己鑽著牛角尖，覺得大家都做得不好，覺得怎麼大家都針對我，這樣的情緒也讓自己很不好受吧！船上的人對我倒是友善，我想，是因為「見習」的身份吧！所以做錯事情都沒關係，我也學到了勇於發問，不懂就要問、沒把握也問，亦即問到懂就對了。

#### （八）對未來的不確定感

拋錨拋到人都發閒了，這就是跑船吧，把很多事情都按部就班了之後，就真的很閒。每天看日落、賞夕陽，不免思考自己是否在浪費生命，即使賺到錢了，但是真的就這樣嗎？雖然下船的時間裡，已盡量預訂了很多行程，豐富自己的生活，但是在船上就被困住了，人際關係都是停滯的，有點懊惱也有點怕，搞不好以後真的得靠朋友介紹對象或相親了。媽媽說過：「不結婚也沒關係，如果跟一個不好的人結婚，搞不好反而會變成自己的累贅。」「敗犬」啊！感覺這名字離我有點近了。

上一條船明明過了三個月之後，就覺得時間過得飛快，現在只剩下兩個月不到，卻覺得特別漫長，每天都像在虛度光陰、消磨鬥志。心中不免產生一個想法，到底為什麼要跑那麼久？或許跑到25歲就可以了？未來難測啊！若有時間，我真的很想要去國外遊學一兩個月，看看世界，不同於船舶靠港時的走馬看花，而是真正融入該地的深度旅遊。

二副建議我28歲一定要離開船上，意思是準備結婚吧！如果有了男朋友，我想我一定會自恃還有退路，跑船意念亦會隨之動搖；而現在讓我跑下去的最大動力不外乎：我沒有退路。於是我總是把自己逼上絕境，全力以赴，以堅定的信念證明，航海就是我選擇的職業。也因而，對於人們最好奇的問題：為什麼要跑船

呢？我也總是肯定的回答：為了自我理想的實現！

#### (九) 小結

在情感關係中，女性船員因為有熟悉的同學一同上船實習，而覺得安心；也因為異性同儕的熱情，從初時的驚嚇到漸漸能適應並掌握相處之道。由於離岸工作的職場特性，面臨到封閉環境下放大的人際關係、體會船上工作的重覆與單調性、感受到船員工作離家的無奈與思念家人的情懷，最後，由於工作環境受限於海上，對於未來產生了許多愁思與不確定。

### 四、符號關係

#### (一) 船上空間符號

實習第一天，搬行李上船時，船上的人主動來幫忙，看起來都挺年輕的，未來的溝通應該不成問題。住艙共有四層，我的房間被分在B層，隔壁住的是見習三管；其他兩位女同學在D層，和大副以及船長同層。三間都是單人房，房間裡的設備齊全，除了床鋪、衣櫥，還有沙發、電話、書桌、冰箱和浴室，加上我自己帶上船的筆記型電腦，麻雀雖小五臟俱全，比預期的還要好。這四坪大小的房間，就是我未來半年的家囉！

#### (二) 外貌符號

剛剛進房時，發生了一件小插曲：就在三副帶領我到達房門前時，忽然隔壁的房門開了，走出一位只穿內褲、隨意套著襯衫、衣衫不整的男人，他見到我也愣了一下，顯然是沒料到會有女生出現，隨即匆匆轉身又把房門關上。三副尷尬地笑了笑，我則是裝作沒看到，若無其事的走進房裡，心中暗暗覺得有趣。

領制服時，發現船上沒有S號制服，我們三個(三位女實習生)只好穿M號。大副說：「那樣穿起來不好看，感覺會鬆鬆的。」船長馬上回應：「在船上不用太漂亮，太漂亮不好。」當我主動要求船長可不可以讓我們跟班時，船長回答：「跟班可以，可是出去外面工作(指甲板)、掃艙那些，你們可能沒辦法。」我又問：「可以讓我們試試看，在旁邊觀摩學習。」船長：「你還可能可以，其他兩位應該沒辦法吧！」

#### (三) 性別形象符號

學校畢業後，2011年10月17日再次登船，此時的我，卸下大學四年級的實習生身份，以專職的見習三副身份重新上船學習，船上人員配置共21名，除三副和我是女性外，皆為男性船員。這是艘不定期散裝新船，主要任務是擔任運煤專用輪，九萬多噸、長235公尺、寬38公尺，紅藍雙色的船身略小於實習船，然而嶄新流線的船體，昂然佇立於海上的英姿，耀眼奪目。早上十點舉行命名儀式，上船的來賓多是船廠的人，比較了解船務，所以提的問題也比一般人還要有意思一

點，但問題大部分仍是：「要跑幾年？」「應該不會跑很久吧？」「哪時候航海系開始收女生啊？」，當然還有萬年問題—「會暈船嗎？」

除了跟來賓有問必答，我也應要求成為眾多來賓拍照的活動背景。二副說：「你是高級公關啊，人家指定要你去。」輪機長也說：「公司準備要培養你當女船長了。」我真的覺得莫名其妙。甚至，在開航前幾秒，船公司的人竟還要找我拍照，真是令人傻眼，大概是覺得我們（女性船員）像迪士尼裡的玩偶一樣，讓人驚奇吧！

身為船上唯二的女性之一，有時會遇到因性別差異而生的小意外。有一次，我不小心撞見剛做工完的AB大哥只穿一條內褲，正欲跑上樓，當下，還好我夠鎮定，面無表情地點個頭就轉身走了。其實在船上，因為女船員的加入，他們（男性船員）的衣著通常都很整齊，像這樣的意外並不多。

#### （四）小結

符號關係包含空間、語言、外貌……等，在船上，女性船員的套房被安排與主管為鄰，顯示船上對於性別安全的重視。而船員對於女性船員的外貌，說了「太漂亮不好」，更依女性船員的外貌特徵，當下判斷其工作能力；而船公司也企圖藉由女性船員的加入，建立公司性平形象，企圖達到宣傳效果。

### 伍、討論

對於全球甲級船員短缺的現況，女性船員的加入宛如乾旱中之及時雨，然而在海事教育已培育上千名女性航海畢業生的優異成果下，臺灣航運界的女性船員卻仍寥寥可數。為深入了解女性船員在海上之心境與困境，本研究透過完整的女船員航海日記，呈現了女船員這一年多的職場經歷，從初始的期待、努力適應學習的歷程，當中經過數次的心理轉折，產生了反思與困惑，並藉由自我澄清及自我再確認的過程，更加堅定航海志向、追求自我理想的實現。身為船上的少數者，女性在船員職場面臨到的處境莫不與性別關係息息相關，故以社會學家 R.W. Connell(2002)提出的「性別關係」：權力、生產(性別分工)、情感、符號四個關係面向來分別討論。

#### 權力關係

權力關係指以男性為支配中心的性階級(sex class)(Connell, 2002)，視女性為從屬的關係。相較於部份排拒女性的航商，該船公司雖願意提供女學生實習與就業的機會，但在女學生上船初期，即公布了諸多針對女船員而訂立的限制規定，可以看出航商對女性船員的加入仍存在著疑慮，並試圖以男性中心的思維模式規範女性的言行，減少女性船員進入職場後可能引發的兩性問題，此一政策的擬定亦隱含著兩性不對等之權力階級概念，視女性為船上可能發生的問題製造者。

成令方(2004)曾提到：在父權體制下，若有女人在公共領域中爬上了有權力可以主宰他人的位置時，人們會用異性戀男性價值觀去評論並規範這個女人。當領港詢問女船員未來船副的管理身份時，船長斬釘截鐵地否認，笑答：他們不行，誰要聽他們的話。由此可見，在這個非女性傳統職場裡，雖然值得欣喜的已有女性船長的誕生，然而女性船員晉升至管理階層仍舊是難得的少數存在，而男性對於接受女性管理，心理仍存有抗拒，船上的性別權力階級尚未完全消弭。

### 生產（性別分工）關係

生產關係強調的是在性別關係中的勞動面向，亦即性別分工關係。女船員實習未滿兩星期，即在船長的授意下操舵，並得到船長的信賴與肯定，然而，卻一直沒機會去甲板工作。尤其掃艙、敲鏽等較耗費體力的工作，雖已主動爭取，船長卻始終以安全為由，堅持由男性完成。船上男性主管基於保護之善意區隔了男女分工，卻也剝奪了女性船員之學習機會。根據畢馬龍效應(Pygmalion Effect)，當管理者先入為主地預設部屬能力，其正面肯定或負面否定將會影響到部屬的後續表現，於是船長對於女性船員的保護，無形中形成一股阻力羈絆，壓抑其可能的潛力發揮，並限制其工作表現。

然而，在航程計畫、卸貨計畫、報關等文件處理部份，船上主管卻多能放手讓女性船員獨立完成，並依計畫實際執行，在在表現出對女性船員工作能力之肯定。不難想見，此矛盾乃肇因於性別刻板印象，社會普遍價值觀總是基於女性細心耐心的特質，而將文書處理歸類於女性適配工作。此外，西方文化對於男性紳士禮儀的要求，也教育男性應主動擔起體力勞務，而此類善意舉動反倒更加深了船上分工之性別隔離，也就是 Glick 與 Fiske 所稱之「親善型性別歧視」(Benevolent Sexism)，雖在主觀上以為是在幫助或保護女性，實際上仍是源於性別刻板印象所生之差別待遇(黃曬莉，2007；彭淦雯，2009)。面對此分工差異，男性船員也不禁感到疑惑，三副就曾感嘆地說：「這樣不知道是保護你們，還是性別歧視？」

父權社會形成的傳統社會文化主張「男主外，女主內」，由男性擔任家中經濟支柱的生產者，女性則扮演持家的生產輔助者角色，因而，當女子進入職場後，面臨著排山倒海而來的輿論浪潮，企圖勸退女性由公領域回到私領域。女性船員最常被關心的議題，不外乎：「為什麼要跑船？」「女生真的不大適合跑船。」「女生跑船很辛苦啊！」「女生就是要面對生小孩這關。」雖然女性在法律的保障下已合法擁有工作權，但普羅大眾的既定印象仍認為「家庭」才是女性最佳及最終的歸屬，而這樣強烈的主流意識型態加諸在女性船員身上，也連帶引發女性船員對於自我定位與生涯規劃的困惑。即使女性船員具有強烈的航海意志，也曾因周遭主流價值觀的影響，觸發「敗犬啊！感覺這名字離我有點近了。」之思緒，對於職場與未來婚姻之路的衝突感到憂心。

### 情感關係

情感關係包括依附、情感投注、情感承諾、偏見、性、伴侶、婚姻等概念。船員職場在女性船員加入後，兩性的感情交流中和了工作場域的陽剛氛圍。實習船二副說：「船上有女生，大家都比較有精神。」二管也說：「妳們可以多下來大台休息室玩，船上有妳們氣氛會活潑一點，大家都對妳們很好，把妳們當小妹妹一樣看待。」男性船員對於年紀較小的女性船員，有著亦父亦兄的保護與疼愛，不吝以自身經歷傳授海上適應之道，並主動提供職涯規劃意見。然而，在封閉的船上空間裡，身為少數性別，其言行往往被放大檢視，故感情分際的掌控就更顯重要。因此，為避免可能的麻煩，女性船員休息時間多選擇獨處，對於同儕間公事外的交流也較謹慎，而船員的自律加上船公司的三令五申，也導致船上之兩性相處維持著距離與和諧。

在個人感情方面，女性船員需調適的包括長期離家之思鄉情懷、遠離家人朋友及岸上多采多姿生活的孤寂，特別是身體不適時寂寥低落的情緒。若加上正處荳蔻年華的年紀，不但長期離開家庭的保護，且通訊不易、凡事都得自立自強，則更增添海上工作的適應難度。由此可見，在情感上，堅定的志向與正向的性格是船員職場維持良好情緒管理的要素，缺一不可。

### 符號關係

我們所居處的空間中充滿性別的符號，生活的每一處，都被賦予了性別上的意義，同時建構、區分著當中的差異所在。換言之，生活是處處被性別化的空間（林俊良，2002）。符號性別關係存在各種面向，包含：語言、服飾、化妝、姿態、攝影、電影、建築環境等（Connell，2002）。女性船員在船上，曾被主管要求在服裝儀容方面做到低調，當制服尺寸不合時，實習船長說：「在船上不用太漂亮，太漂亮不好。」其目的在試圖淡化女性外貌特質，模糊兩性間二元化差異，然而探究其深層意涵，卻更凸顯了性別符號在船上的強烈存在。

在新船命名儀式過程中，女性船員不斷的被眾多來賓請求合照，自覺像「迪士尼裡的玩偶一樣」，二副甚至笑說：「你是高級公關啊！」除了女性船員具稀有性之因素外，船公司也意圖藉由女性船員的加入提升公司能見度，塑造打破性別符號框架的優質企業形象，呈現致力推動職場性別平等之決心。

在理論、實務意涵兩方面，本研究貢獻如下：

#### 一、理論意涵

臺灣在女性船員相關研究上數量有限，女性船員之質性研究更顯稀有，本研究極為難得的獲得女性船員的首肯，以她完整的海上日記為素材，日記時間跨越一年八個月，含蓋實習船員及見習三副兩身份階段，完整且真實地呈現女船員在海上之心境與困境，並透過船上人際互動關係，挖掘出女船員在職場的不同面貌。

#### 二、實務意涵

本研究發現女性船員在職場展現的專業能力深受主管肯定，而在兩性相處上，船員們亦能維持著同儕分際，男性船員常以年長者的身份關照女性船員，兩性關係和諧且理性，與刻板印象中兩性情感糾葛的混亂大相逕庭。女性船員非但破除船上「麻煩製造者」的刻板印象，在職場上更憑藉著積極進取的企圖心，以努力不懈的具體行動，證明女性亦足以勝任航海任務。

由此可預見，船員職場在人力資源的性別配置上，雖仍舊呈現性別傾斜狀況，但隨著世界趨勢及船員人力短缺的窘境，女性人力資源的投入勢在必行，加上相關性平法規的實施，未來女性船員的航海之路必然更為寬廣。

對於航商，本研究則建議：

- (一) 女性實習生名額：透過本研究，可了解女性船員在工作表現及上船意願皆與男性船員幾無差距，然而，實習生機會的缺乏，令許多女航海畢業生不得其門而入，船公司若能增加女性實習生名額，絕對有助於未來女性船員的投入。
- (二) 女性船員的配置：女性船員之僱用應受性別工作平等法之保障與規範。然而，基於女性是船上的少數性別，建議航商在僱用女性船員時，應避免單一船上單一女性之情況，提供女性船員同儕支持的力量，也促進兩性相處之平衡和諧，增強船上之兩性安全。
- (三) 性平觀念之教育訓練：加強船上人員的性別平等觀念。船上船長、大副等主管階級，應避免依性別分工，而應以能力分工服眾；而船員則需學習性別尊重，學習如何在兩性互動的過程中，減少誤會與衝突，達到和諧愉悅的溝通效果。

本研究力求完整呈現女性船員在航海職場的真實樣貌，然而，由於敘說素材來源單一，故無法將研究結果廣泛推論至船員職場，建議未來研究者可尋求更多元之素材來源，以不同的視角切入，進行更客觀之女性船員研究。

## 參考文獻

- 王月喬(2005)，「貨櫃船上的性別政治：女船副職場之處境」，高雄醫學大學碩士論文。
- 王官萼、郭俊良(2011)，「航向大海：一位女航海實習生的自我敘說研究」，*海運學報*，第20卷，第1期，頁81-97。
- 方信雄(2004)，「該是增加船上人力的時候」，*中華海員月刊*，第609期，頁39-40。
- 成令方(2004)，「都是異性戀父權惹的禍」，*性別平等教育月刊*，第27期，頁131-139。
- 呂淵華，(2009)，「我國商船船員聘僱問題分析」，國立臺灣海洋大學碩士論文。

- 林明輝(2012)，「從甲級輪機員老化現象探討台灣船員短缺問題之研究」，國立臺灣海洋大學碩士論文。
- 林彬、葉榮華、柯永澤（2007），「商船航海類、商船輪機類、造船類海事人才培育策略模式及內涵之規劃」，教育部委託研究計畫報告。
- 林俊良（2002），「閱讀汽車廣告：廣告文本的性別與空間分析」，國立臺灣大學建築與城鄉研究所碩士論文。
- 胡幼慧（1996），「轉型中的質性研究：演變、批判和女性主義研究觀點」，*質性研究：理論、方法及本土女性研究實例*，巨流，台北，頁7-26。
- 梁金樹、郭俊良（2008），「探究台灣女性船員的荊棘路」，2008年中華海員品質提升研討會論文集，台北，頁249-260。
- 郭俊良、梁金樹（2009），「女性航海學生上船工作動機之探究」，*航運季刊*，第十八卷，第2期，頁1-19。
- 郭蘭穎（2008），「影響我國航海業女性從業人員職涯發展相關因素之研究」，國立臺灣師範大學碩士論文。
- 教育部（2011），教育部教育統計資料，  
[http://www.edu.tw/files/site\\_content/b0013/u.xls](http://www.edu.tw/files/site_content/b0013/u.xls)。
- 黃雅琳（2007），「從商船人力資源管理的角度談女性船副職涯發展影響因素之探討」，國立臺灣海洋大學碩士論文。
- 黃曬莉（2007），「性別歧視的多面性」，黃淑玲、游美惠編，*性別向度與台灣社會*，巨流，台北，頁3-24。
- 彭淦雯、林依依、葉靜宜（2009），「女性在陽剛職場內的樣板處境：以海巡與消防單位為例」，*東吳政治學報*，第二十七卷第四期，頁115-169。
- 賀孝方（1994），「臺灣地區商船船員轉業傾向影響因素之分析－以工作滿足、工作－家庭角色衝突、個人背景為探討變項」，國立臺灣海洋大學碩士論文。
- 劉子綾（2012），「台灣女性船員職場適應之研究」，國立臺灣海洋大學碩士論文。
- 廖鴻基（2006），*海天浮沈*，聯合文學，台北。
- 衛生署（2012），職業危害認知來源，  
[http://www.doh.gov.tw/CHT2006/DM/DM2\\_p01.aspx?class\\_no=3&now\\_fod\\_list\\_no=1341&level\\_no=5&doc\\_no=5002](http://www.doh.gov.tw/CHT2006/DM/DM2_p01.aspx?class_no=3&now_fod_list_no=1341&level_no=5&doc_no=5002)
- 鍾添泉、余坤東（2008），「台灣航海教育女生投入船員職場之調查研究」，中華海員品質提升研討會，台北。
- 謝瑞男、田文國（2012），「走一步算一步永無明天的立法」，2012年國立臺灣海洋大學商船學系航運技術研討會，頁23-26。
- 蕭瑞麟（2006），*不用數字的研究*，臺灣培生教育，台北，頁43-59。
- Belcher, P., Sampson, H., Thomas, M., Veiga, J. and Zhao, M. (2003), *Women seafarers: Global employment policies and practices*. Geneva, International Labour Office.
- BIMCO/ISF, (2010), "2010 Manpower Update-The World-wide Demand for and

- Supply of Seafarers.” Warwick, UK: Institute for Employment Research (University of Warwick) and Dalian Maritime University.
- Clandinin, D. J. and Connelly, F. M. 著，蔡敏玲、余曉雯譯(2003)，*敘說探究：質性研究中的經驗與故事*，心理，台北。
- Connell, R.W. (2002). *Gender*. U. S.: Blackwell Publishing Inc. 劉泗翰譯 (2004)，*性／別：多元時代的性別角力*，書林，臺北市。
- Forsyth, C. G. and Bankston, W. B. (1984), “The social psychological consequence of a life at sea: A causal model.” *Maritime Policy and Management*, 11(2), 123-134.
- Kao, L. (2008), “The book enters the core of my life”: Artifact as story-telling medium for meaning construction. Paper presented in the 9th Advances in Qualitative Method Conference.
- Perry, N. and Wilkie, R., (1973), “Theory and shipboard structure—II. Models, Metaphors and Ships.” *Maritime Study and Management*, Vol. 1, P. 145.
- Thomas, M. (2004), “Get yourself a proper job girlie!: Recruitment, retention and women Seafarers.” *Maritime Policy and Management*, 31(4), 309-318.
- UNCTAD(2010), “Review of Maritime Transport.” United Nations Conference on Trade and Development, United Nations, UNCATD/RMT, New York and Geneva.

# **A rainbow in the blue ocean: A self-narrative research of a female Seafarer**

**Yi-Ping Chang   Ki-Yin Chang   Jiunn-Liang Guo**

## **ABSTRACT**

Taiwan is located in the hub of Pacific Ocean shipping. Shipping industry has created enormous economic benefits. However, in recent years, the lack of Taiwanese seafarers and the maritime manpower shortage have become common phenomena. If female human resources can be integrated in the seafaring, such predicaments can be alleviated. This study adopted the self-narrative approach of qualitative study, and used the diary of a female seafarer as the narrative materials. The diary spanned 20 months, including two identity stages - Deck cadet and Training ship-officer. Moreover, this study selected the four relation dimensions, power, production, emotion and symbol, in “gender relations” proposed by Connell (2002) as the framework to discuss the current gender status of seafarer workplace, in order to fully and authentically reflect a female seafarer’s mood and predicament in seafarer workplace. Furthermore, this study discovered different aspects of a female seafarer in workplace based on the interpersonal interaction and relationship on the boat. Because female seafarers are rare, the materials of this study are precious. In addition to unveiling the secret of a female seafarer, this study also broke the gender myths and gender stereotype of maritime workplace.

**Keywords: Female seafarer, Self-narrative, Gender relations, Gender myths**



# 波羅地海乾散貨運價期貨動態避險比率之估計

周恆志<sup>1</sup> 梁金樹<sup>2</sup> 吳志淵<sup>3</sup>

## 摘要

2008年6月18日國際航運期貨交易所（Imarex）開辦以BDI的運價期貨電子交易，吸引更多的航運相關經營者加入交易，因此而增加市場的流動性，使運價期貨市場更具效率。運價期貨的避險績效決定於避險比率的估計效率，良好的避險比率要能準確捕捉現貨與期貨價格相關性的動態變化。本文以BDI指數與BDI指數期貨為研究對象，樣本期間為2008年6月24日到2010年5月7日，比較最小風險避險比率(MVHR)、固定條件相關模型(CCC)、與動態條件相關模型(DCC)三種估計法估計的避險比率之避險績效。實證結果顯示，樣本內測試以CCC模型的避險績效最佳，樣本外的避險績效則是以DCC模型的避險績效表現最好。

**關鍵詞：**運價期貨、避險比率、避險績效、固定條件相關模型、動態條件相關模型

## 壹、緒論

航運業為資本密集產業，一艘船的成本動輒數億台幣，船東的負債比亦高達30-50%左右，且燃油費用又佔成本的30-40%，使得船舶營運者需要支付龐大營運成本，船舶租傭者亦需支付鉅額租金或運價。2006年初，國際散裝航運-波羅地海指數(Baltic Dry Index, BDI) 由2,000點左右開始上漲，2008年5月時最高達11,793點。但是不到半年時間，當年12月時BDI指數一路狂瀉到663點。散裝航運經營者萬萬想不到半年時間，BDI指數竟然差一萬多點，若以一航次180天估計，營收劇減66,112,200元。船舶經營者面對極近完全競爭市場之散裝航運市場，必須面對無可預防的運價風險，而租金/運價為散裝航運主要收入，其波動直接影響收入的損益。因此航商們為避免損失或降低損失，便有採用運價衍生性商品規避運價風險的需求。

運價期貨(Freight Rate Futures)最早出現於1985年的波羅地海期交所(BIFFEX)，提供航運業規避其運價風險。但是由於避險績效不佳，導致交易量逐漸下降，最後終於在2001年下市。BIFFEX運價期貨避險績效不佳的原因主要是因為以BDI指數為標的物，與個別航線運價的相關性太低，而且交易的流動性不佳所致。2005

<sup>1</sup> 國立臺灣海洋大學航運管理學系教授（電話：02-24622192#3426，E-mail: hcchou@mail.ntou.edu.tw）

<sup>2</sup> 國立臺灣海洋大學航運管理學系教授

<sup>3</sup> 國立臺灣海洋大學航運管理學系博士生

年起挪威奧斯陸的國際航運交易所(Imarex)又重新發行運價期貨，雖然仍以BDI指數作為標的物，但是Imarex發展出專業的電子交易系統和市場銷售服務，使運價期貨更容易完成交易。鑑於BIFFEX運價期貨的失敗，Imarex的首要目標就是增加商品的流動性。Imarex的做法包括成立造市者(market maker)來吸引更多運價期貨的參與者，增加Imarex股東以增加交易量，提供客戶教育訓練支援。市場大幅成長及占有率之增加使得Imarex運價期貨的交易量也充份成長。

本文是以Imarex運價期貨為研究對象，分析其避險績效。期貨之避險績效決定於避險比率的準確估計，避險比率是指為規避每一單位現貨的風險，必須賣出(買入)多少單位的期貨；亦即避險時，期貨部位相對現貨部位的比率。過去常常使用固定避險比率，雖然簡單好用，但是在市場變化快速時可能會出現較大估計誤差，而動態條件相關模型(Dynamic Conditional Correlation ,DCC Model)的出現，可以解決固定避險比率的缺點。理論上，DCC模型較容易刻劃期貨與現貨價格之間相關性的動態變化，許多文獻皆指出DCC模型有助於提升期貨的避險績效。本文即在以運價期貨為研究對象，採用DCC模型估計期貨避險比率，並與傳統常用的固定條件相關模型 (Constant Conditional Correlation ,CCC Model)及最小變異避險比率(Minimal Variance Hedge Ratio, MVHR)相比較，以瞭解動態避險比率模型的應用績效。

## 貳、文獻回顧

期貨商品避險績效的關鍵之一是避險比率的有效估計。文獻裡有許多研究針對各種期貨商品的避險績效進行實證分析，包括指數期貨、債券期貨、外匯期貨與農產品期貨等。Myers (1991) 使用GARCH (Generalized AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity) 模型進行小麥期貨避險研究，發現無論在樣本內或樣本外，「普通最小平方法 (Ordinary Least Squares method ,OLS)」模型與GARCH模型兩種模型之避險效益皆無太大差異，即利用GARCH模型估計小麥避險之動態避險比率，無法較OLS 法之固定避險比率降低風險。而且利用GARCH估計避險比率，提高了計算成本及複雜度。Holmes (1996) 使用OLS、ECM (Error Correction Model) 及GARCH 三種模型，分析以FTSE-100 股價指數期貨之避險效果，也發現OLS 模型所估計之避險比率，其避險效果優於其他兩種模型。Tong (1996) 以日圓現貨、日圓遠期外匯和TOPIX 指數為樣本，比較OLS 和GARCH模型的優劣，發現使用動態避險的GARCH 模型，較OLS 模型有較佳的避險績效，在樣本內約能減少6%風險，而在樣本外則僅能改善2%風險。

徐清俊等(2002)分別採用傳統避險Naive模型（假設避險比率為1）、OLS模型及GARCH模型估計避險比率，對新加坡國際金融交易所(SIMEX)的摩根台股指數期貨及台灣期貨交易所(TAIEX)的台灣加權股價指數期貨加以實證，實證結果傳統迴歸模型所求算之避險比率之避險績效最佳。Chou et al. (2009) 使用S&P500期貨與10年期美國公債期貨為研究對象，比較MA100、EWMA、CCC、BEKK、return-based DCC and range-based DCC等方法在避險比率上之應用績效，

結果發現range-based DCC模型的避險績效最好，根據其文獻Table 6亦顯示除了range資料型態外，其餘return資料型態如Naive、OLS、CCC、Return-based DCC之間評比，以Return-based DCC最好。巫春洲等(2009)探討農產品(玉米、大豆、大豆油和小麥)與軟性商品(可可、咖啡、棉花和糖)期貨契約的避險績效，分別使用傳統最小平方法、移動樣本的最小平方法、固定條件相關係數模型與動態條件相關係數模型估計避險比率，結果發現考慮資產報酬數列條件異質變異和資產間動態關係的DCC避險比率，可以有效改善農產品與軟性商品的避險績效。

此外，自從波羅地海期交所(BIFFEX)推出運價期貨後，也有許多研究分析運價期貨的避險績效。Cullinane(1992)使用1985到1988年的BIFFEX期貨與BFI指數資料，運用ARIMA模型進行研究，發現對短期期貨預測模型可以精確預測到短期現貨費率。Kavussanos and Nomikos (2000)分別以GARCH與GARCH-X Model方法去估計BIFFEX運價期貨避險比率與其避險績效，樣本期間為1992年9月23日到1997年10月31日的週資料；實證結果顯示BIFFEX運價期貨之避險績效不佳。Haigh and Holt(2002)以MGARCH，彷彿無相關迴歸模型(seemingly unrelated regression model, SUR)與OLS等方法，針對外匯市場、運價市場、商品市場等期貨進行避險績效研究，實證結果認為MGARCH方法優於OLS好，儘管MGARCH方法成本代價高於OLS方法。陳永順 和王旭堂 (2004)比較雙變量BGARCH模型及隨機係數自我回歸RCAR模型估計變動避險比率之績效，並以海舢型船與巴拿馬極限型資料相互比較，結果發現以BGARCH正定對角線矩陣的避險績效較佳。

綜言之，多數研究支持DCC模型的避險績效，但是結論並不一致：有些研究指出簡單的避險比率估計法反而有較佳的績效。

## 參、避險比率的估計法

過去文獻尚未將DCC模型應用在航運產業中，因此本文以DCC模型估計運價期貨的避險比率，並以傳統實務上常用的MVHR及CCC模型相比較，藉以了解以DCC模型估計運價期貨的避險比率之避險績效。本文的研究結果應該可以提供業界實務上避險之參考，並可彌補文獻在此一部分的缺漏。本節將說明本文擬比較的三種避險比率估計法。

### 一、最小變異避險比率估計法(MVHR)

最小變異避險比率(Minimal Variance Hedge Ratio, MVHR)是由Johnson(1960)所提出，Johnson(1960)指出最適的避險比率應該使避險組合的價格變異降到最低。令避險投資組合價值  $P_H = \Delta S - h\Delta F$ ，其中 $\Delta S$ 、 $\Delta F$ 分別是現貨與期貨的價格變化量， $h$ 為避險比率。而避險投資組合價值  $P_H$  的變異數如下：

$$\text{Var}(P_H) = \text{Var}(\Delta S) - 2h\text{Cov}(\Delta S, \Delta F) + h^2\text{Var}(\Delta F) \quad (1)$$

$$= \sigma_s^2 - 2h\rho\sigma_s\sigma_f + h^2\sigma_f^2 \quad (2)$$

對 $h$ 做偏微分整理後，避險比率（ $h$ ）可表達如下：

$$h = \rho \frac{\sigma_S}{\sigma_F} \quad (3)$$

其中， $\sigma_S$ 與 $\sigma_F$ 分別代表運價現貨與運價期貨變化量之標準差， $\rho$ 是 $\Delta S$ 與 $\Delta F$ 的相關係數。

## 二、固定條件相關係數模型 (CCC Model)

固定條件相關模型(Constant Conditional Correlation, CCC)為Bollerslev(1990)所提出，假設兩變數的相關性固定，以共變數矩陣 $H_t$ 標準化形式表達：

$$H_t = D_t D_t \quad (4)$$

但是為方便表達，文獻都把CCC模型表達如下：

$$\mathbf{r}_t = \boldsymbol{\varepsilon}_t \quad \boldsymbol{\varepsilon}_t \mid \boldsymbol{\Omega}_{t-1} \sim N(0, H) \quad (5)$$

$$H_t = D_t R D_t \quad (6)$$

其中 $\mathbf{r}_t$ 是 $N \times 1$ 的資產報酬率向量， $\boldsymbol{\Omega}_{t-1}$ 代表 $t-1$ 期以前所有影響報酬率的相關資訊集合， $D_t$ 為 $N \times N$ 之 $H_t$ 對角化矩陣，即 $D_t = \text{diag}\{H_t\}$ ， $R$ 為 $N \times N$ 的相關係數矩陣，對角元素為 $\sigma_{it}$ ，依文獻定義 $h_{it} = \omega_i \sigma_{it}^2$ ，非對角元素之相關係數寫成 $\rho_{12} \sqrt{\omega_1 \omega_2}$ ，為維持CCC模型正定(positive defined)，只要 $N$ 個資產的GARCH模型滿足穩態條件，若 $R$ 為正定，則 $H_t$ 必為正定。 $H_t$ 展開如下：

$$\begin{bmatrix} h_{11,t} & h_{12,t} \\ h_{21,t} & h_{22,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sqrt{h_{11,t}} & 0 \\ 0 & \sqrt{h_{22,t}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} \sqrt{\omega_1 \omega_2} \\ \rho_{12} \sqrt{\omega_1 \omega_2} & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \sqrt{h_{11,t}} & 0 \\ 0 & \sqrt{h_{22,t}} \end{bmatrix} \quad (7)$$

各變數之條件變異數方程式表達如下：

$$h_{11,t} = c_{11} + \alpha_{11} \varepsilon_{1,t-1}^2 + \beta_{11} h_{11,t-1}, \quad (8)$$

$$h_{22,t} = c_{22} + \alpha_{22} \varepsilon_{2,t-1}^2 + \beta_{22} h_{22,t-1}, \quad (9)$$

$$h_{12,t} = \rho_{12} \sqrt{h_{11,t} h_{22,t}} \quad (10)$$

由上述條件變異數方程式得知 $\rho_{ij}$ 為固定常數， $h_{ii,t}$ 和 $h_{jj,t}$ 會隨時間而變動。

藉由上述條件變異數方程式，經由最大概似估計法(MLE)變數，可應用在MVHR避險比率的計算上求出動態避險比率( $hr_t$ )

$$hr_t = \rho_{12} \frac{\sqrt{h_{11,t}}}{\sqrt{h_{22,t}}} \quad (11)$$

因此  $h_{ii,t}$  和  $h_{jj,t}$  其兩者會隨者每期新資訊的揭露而變化，所以估計之避險比率也會隨時間而變動。

### 三、動態條件相關係數模型 (DCC Model)

Engle (2002) 提出動態條件相關係數模型 (Dynamic Conditional Correlation, DCC)，放寬相關係數之假設，讓兩變數的相關係數可以隨時間變動。模型中的相關係數為  $\rho_{ij,t}$  與 Bollerslev (1990) 所提出 CCC 模型固定相關係數  $\rho_{ij}$  有所不同，其雙變量 DCC 模型表達如下：

$$H_t = D_t R_t D_t \quad (12)$$

$$R_t = \text{diag}\{Q_t\}^{-1/2} Q_t \text{diag}\{Q_t\}^{-1/2} \quad (13)$$

$$Q_t = S \cdot (ii' - A - B) + A \cdot (z_{t-1} z_{t-1}') + B \cdot Q_{t-1} \quad (14)$$

其中， $\cdot$  代表矩陣相乘運算元， $z_t = D_t^{-1} \varepsilon_t$  為來自均數方程式之標準化殘差矩陣， $A$  和  $B$  分別為條件相關係數係數方程式 ARCH 項與 GARCH 項之係數矩陣， $i$  是單位向量， $S$  為標準化誤差項的非條件樣本共變異數矩陣， $S = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T z_t z_t'$ ， $\text{diag}\{Q_t\}^{-1/2}$  則為  $Q_t$  矩陣中對角線元素開根號所形成的對角矩陣。

$$h_{ij,t} = c_{ii} + \alpha_{ii} \varepsilon_{it-1}^2 + \beta_{ii} h_{ii,t-1}, \quad i=1, \dots, N \quad (15)$$

變異數方程式展開如下：

$$\begin{bmatrix} h_{11,t} & 0 \\ 0 & h_{22,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{11} & 0 \\ 0 & c_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{11} & 0 \\ 0 & \alpha_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t-1}^2 & \varepsilon_{1,t-1} \varepsilon_{2,t-1} \\ \varepsilon_{1,t-1} \varepsilon_{2,t-1} & \varepsilon_{2,t-1}^2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_{11} & 0 \\ 0 & \beta_{12} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} h_{11,t-1} & 0 \\ 0 & h_{22,t-1} \end{bmatrix} \quad (16)$$

上式分別由  $h_{ii,t}$  和  $h_{jj,t}$  即可產生  $\text{garch\_01}(\sigma_s = \text{garch}_s)$ 、 $\text{garch\_02}(\sigma_F = \text{garch}_F)$ 。

而標準化殘差矩陣  $z_t = D_t^{-1} \varepsilon_t$ ，意思即是

$$\begin{bmatrix} z_{1,t} & 0 \\ 0 & z_{2,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t}/\sqrt{h_{11,t}} & 0 \\ 0 & \varepsilon_{2,t}/\sqrt{h_{22,t}} \end{bmatrix} \quad (17)$$

相關係數方程式可以進一步展開如下：

$$\begin{bmatrix} q_{11,t} & q_{12,t} \\ q_{21,t} & q_{22,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & s_{12} \\ s_{12} & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1-a-b & 1-a-b \\ 1-a-b & 1-a-b \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a & a \\ a & a \end{bmatrix} \quad (18)$$

$$\begin{bmatrix} z_{1,t-1}^2 & z_{1,t-1}z_{2,t-1} \\ z_{2,t-1}z_{1,t-1} & z_{2,t-1}^2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b & b \\ b & b \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} q_{11,t-1} & q_{12,t-1} \\ q_{21,t-1} & q_{22,t-1} \end{bmatrix} \quad (18)$$

估計完上式之後，將其參數帶入Engle(2002)所提出之 $\rho_{ij,t}$ 的估計式如下：

$$q_{ij,t} = \overline{\rho_{ij}}(1 - a_{ij} - b_{ij}) + a_{ij}z_{i,t-1}z_{j,t-1} + b_{ij}q_{ij,t-1}, \text{ for } i,j=1,\dots,N \quad (19)$$

其中， $q_{ij,t}$ 為第*i*個和第*j*個標準化殘差的條件相關係數，並令 $\overline{\rho_{ij}}$ 代表第*i*個和第*j*個標準化殘差的非條件相關係數。Engle又提及 $q_{ij,t}$ 的平均數應該近似於非

條件相關係數 $(\frac{1}{T}) \sum q_{ij,t} \cong \overline{\rho_{ij}} \overline{\rho_{ij}}$ ，而 $\rho_{12,t}$ 之估計式為：

$$\rho_{12,t} = \frac{q_{12,t}}{\sqrt{q_{11,t}q_{22,t}}} \quad (20)$$

由上式可知其動態條件相關係數，其會隨時間變動而變動，與CCC模型的固定條件相關係數值不一樣。因此，避險比率可寫為：

$$hr_t = \rho_{12,t} \frac{\sqrt{h_{11,t}}}{\sqrt{h_{22,t}}} \quad (21)$$

由上式可看出動態避險比率的三個參數都會隨時間變動。

## 肆、樣本資料與實證分析

### 一、資料初步分析

本研究乃針對Imarex所發行的波羅地海運價指數期貨來進行避險研究，考慮期貨的流動性，我們僅取樣近月期貨。樣本期間為2008年6月24日到2010年5月7日，總資料489筆。資料來源為挪威奧斯陸國際海事交易所(Imarex)日資料。從表1樣本資料之敘述統計表與報酬化資料都可看出期貨與現貨的日報酬率分配為右偏( $\alpha_3 > 0$ )，且除了現貨報酬率的偏態尚屬趨於對稱外( $0 < \alpha_3 < 0.5$ )，其他如期貨指數與期貨報酬率還有現貨的指數都屬於極度右偏資料( $\alpha_3 > 1$ )；並且全部資料為高峽峰( $\alpha_4 > 3$ )，有此可知其變異性非常高。從圖1中，可以看出現貨指數最高點為9,599點，最低為663點，相差高達有8,936點；而期貨指數最高10,250點，最低743點，相差也有9,507點之遠，平均數都在3,200點左右。至於報酬率標準差，期貨(6.85)是現貨(3.23)的3倍多，由此可知期貨之價格波動大於現貨。觀察報酬率資料是否具有波動性群聚效果，結果從圖2發現期貨與現貨都有大小不一的群聚效果。

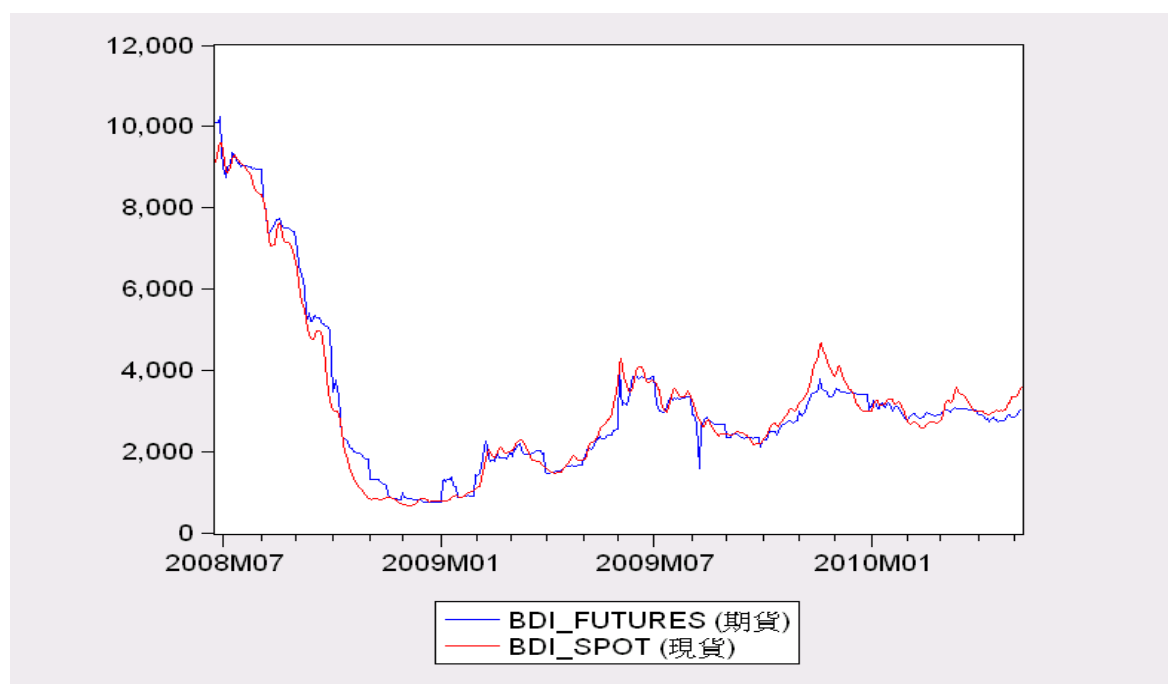
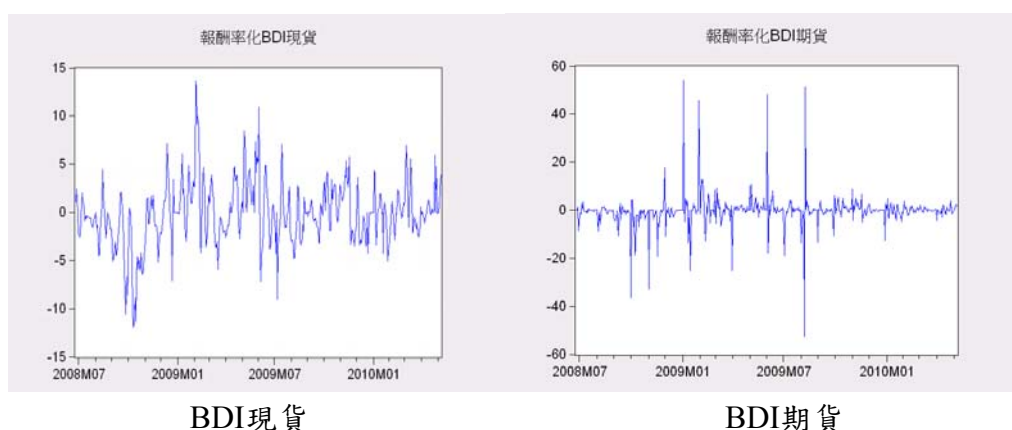


圖1 期貨指數與現貨指數走勢圖



BDI現貨

BDI期貨

圖 2 BDI現貨報酬率與期貨報酬率圖

表1 樣本資料敘述統計表

|             | 期貨       |          | 現貨       |          |
|-------------|----------|----------|----------|----------|
|             | 指數       | 報酬率      | 指數       | 報酬率      |
| 平均數         | 3185.274 | -0.24739 | 3170.053 | -0.19045 |
| 最大值         | 10250    | 54.00054 | 9599     | 13.65755 |
| 最小值         | 743      | -52.5232 | 663      | -11.9533 |
| 標準差         | 2086.329 | 6.853793 | 2049.671 | 3.225388 |
| 偏態係數        | 1.705    | 1.416    | 1.516    | 0.108    |
| 峰態係數        | 5.420    | 35.187   | 5.083    | 5.263    |
| Jarque-Bera | 356.224  | 21228.7  | 275.751  | 105.098  |
| p-value     | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 樣本數         | 489      | 488      | 489      | 488      |

Jarque-Bera 為常態性檢定。

## 二、樣本內避險比率估計

### 1. MVHR 模型估計結果

最小變異避險比率估計方法是Johnson (1960)所提出，先求出報酬率現貨之標準差與報酬率期貨之標準差，進而求出報酬率現貨與報酬率期貨的相關係數如表2。

表2 MVHR 模型估計表

| 參數         | 估計值    |
|------------|--------|
| $\sigma_S$ | 3.315% |
| $\sigma_F$ | 7.220% |
| $\rho$     | 0.287  |

$\sigma_S$  為BDI現貨樣本內資料之標準差、 $\sigma_F$  為BDI期貨樣本內資料之標準差、 $\rho$  為BDI現貨樣本內資料與BDI期貨樣本內資料之相關係數。

經上表所得之數據帶入式(3)之避險比率，可得：

$$h = \rho \frac{\sigma_S}{\sigma_F} = 0.2872 \frac{3.315\%}{7.220\%} = 0.1319 \quad (22)$$

由計算結果得知， $\sigma_S$ 、 $\sigma_F$ 、 $\rho$  都為固定常數值，因此避險比率也是固定的值。並且發現最小變異避險比率的相關係數值為0.287，報酬率現貨標準差為3.315%，報酬率期貨的標準差為7.220%，由此可以看出期貨的變動性大於現貨。

## 2. CCC 模型估計結果

模型估計結果如表3，不管是現貨或者是期貨，他們的常數項 $C_{ii}$ 係數都是顯著的，表示模型加上常數項後，可以使模型的解釋能力變得更高。現貨的 $\alpha_{ii}$ 和期貨的 $\beta_{ii}$ 都一樣有顯著性，對模型同樣得有解釋能力。根據Bollerslev(1990)固定條件相關係數模型的模型解釋，條件相關係數 $\rho_{ij}$ 是固定的常數。根據表3可知 $\rho_{ij}$ 為0.298629，稍微高於MVHR模型的相關係數的0.2872。期貨與現貨的收斂率 $\alpha$ (期貨與現貨的收斂率的模型)的解釋能力。根據模型小於1，符合假設。而且多變數Ljung Box Q test的p值皆大於0.05，無法拒絕落後至12期無自我相關之虛無假設。

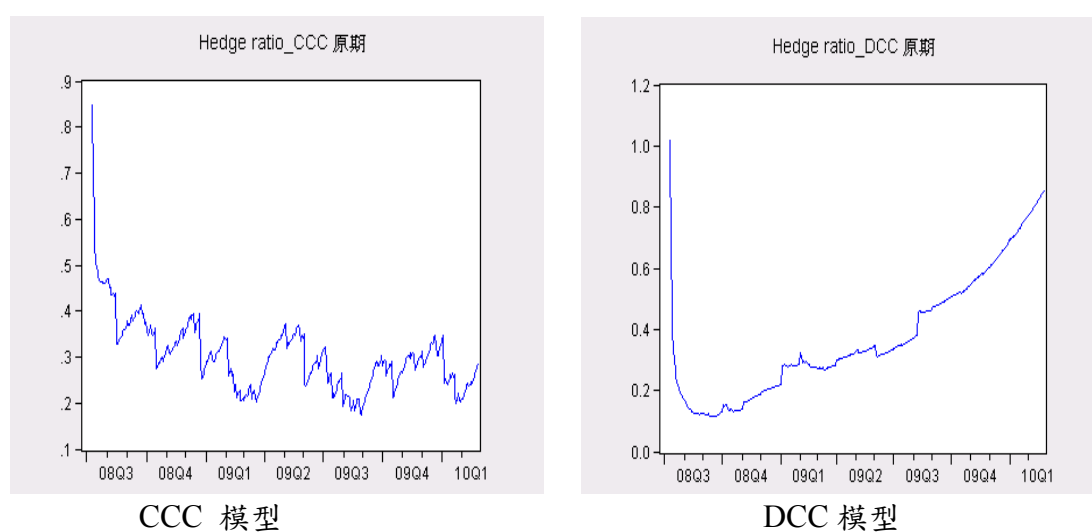


圖3 CCC與DCC模型估計之避險比率

## 3. DCC 模型估計結果

模型估計結果如表4，不管是現貨或者是期貨，常數項 $C_{ii}$ 、ARCH項 $\alpha_{ii}$ 與GARCH項 $\beta_{ii}$ 係數都是顯著的，表示模型的解釋能力好。根據Engle(2002)動態條件相關係數模型的模型解釋，條件相關係數 $\rho_{ij}$ 是會隨著時間變動而變動。根據表4可知 $\overline{\rho_{ij}}$ 為0.348641，高於MVHR模型與CCC模型的相關係數，分別為0.2872、0.298629。期貨與現貨的收斂率 $\alpha$ 期貨，數值都小於1，符合假設。而且多變數Q-test的p-value的值皆大於0.05，同時也無法拒絕落後至12期無自我相關之虛無假設，由這些估計結果與模型配適檢定，似乎可看出DCC模型相較於CCC模型更有解釋能力。

表3 CCC 模型估計結果表

| CCC模型                      | 現貨                        | 期貨                   |
|----------------------------|---------------------------|----------------------|
| $c_{ii}$                   | 0.02734**<br>(3.395497)   | 0.0233**<br>(7.959)  |
| $\alpha_{ii}$              | -0.052413**<br>(-10.3309) | 0.001<br>(1.051)     |
| $\beta_{ii}$               | 1.028067<br>(89.06208)    | 0.977**<br>(305.134) |
| $\alpha_{ii} + \beta_{ii}$ | 0.975654                  | 0.979                |
| LLF                        |                           | -1153.29             |
| $\rho_{ij}$                |                           | 0.299**<br>(6.592)   |
| Q(1)                       |                           | 2.938<br>[0.568]     |
| Q(6)                       |                           | 17.446<br>[0.829]    |
| Q(12)                      |                           | 39.144<br>[0.815]    |
| $\overline{hr}_t$          |                           | 0.303                |

C 為各均數方程式之常數項、 $\alpha$  為各均數方程式之ARCH項之係數、 $\beta$  為各均數方程式之GARCH項之係數、LLF 為最大概似法估計值、 $\rho_{ij}$  為雙變數之相關係數、Q(1)、Q(6)、Q(12) 分別為第一期、第六期、第十二期Ljung Box Q test、 $\overline{hr}_t$  為動態避險比率平均值，\*\*表示5%顯著水準，\*表示10%顯著水準，()表P值，[]表Q-test的P值。

註： $h_{11,t} = c_{11} + \alpha_{11}\varepsilon_{1,t-1}^2 + \beta_{11}h_{11,t-1}$ ， $h_{22,t} = c_{22} + \alpha_{22}\varepsilon_{2,t-1}^2 + \beta_{22}h_{22,t-1}$ ， $h_{12,t} = \rho_{12}\sqrt{h_{11,t}h_{22,t}}$

表4 DCC 模型估計結果表

| DCC模型                      | 現貨                   | 期貨                   | COV1_2共變異數           |
|----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| $c_{ii}$                   | 0.023**<br>(4.386)   | 0.025**<br>(7.546)   | 0.001**<br>(2.582)   |
| $\alpha_{ii}$              | -0.004**<br>(-4.716) | -0.004**<br>(-4.716) | -0.004**<br>(-4.716) |
| $\beta_{ii}$               | 0.985**<br>(193.916) | 0.981**<br>(275.844) | 1.006**<br>(497.161) |
| $\alpha_{ii} + \beta_{ii}$ | 0.982                | 0.977                |                      |
| LLF                        |                      | -1166.29             |                      |
| Q(1)                       |                      | 2.938<br>[0.568]     |                      |
| Q(6)                       |                      | 17.446<br>[0.829]    |                      |
| Q(12)                      |                      | 39.144<br>[0.815]    |                      |
| $\overline{\rho_{ij}}$     |                      | 0.349                |                      |
| $\overline{hr_t}$          |                      | 0.372                |                      |

C為各均數方程式之常數項、 $\alpha$ 為各均數方程式之ARCH項之係數、 $\beta$ 為各均數方程式之GARCH項之係數、LLF 最大似法估計值、 $\overline{\rho_{ij}}$ 為多變數之相關係數平均數、 $\overline{hr_t}$ 為動態避險比率平均值，Q(1)、Q(6)、Q(12)分別為第一期、第六期、第十二期Ljung Box Q test，\*\*表示5%顯著水準，\*表示10%顯著水準。

註： $Q_t = S \cdot (ii' - A - B) + A \cdot (z_{t-1} z_{t-1}') + B \cdot Q_{t-1}$ ， $h_{ij,t} = c_{ii} + \alpha_{ii} \varepsilon_{it-1}^2 + \beta_{ii} h_{ii,t-1}$ ，for  $i=1 \dots N$

### 三、避險績效評估

本文為了解三種模型的避險績效，分別以樣本內及樣本外資料進行分析。樣本內期間為2008年6月24日到2010年2月26日，共439筆資料；樣本外期間為2010年3月1日到2010年5月7日，共50筆資料。

#### 1. 樣本內避險績效

根據MVHR、CCC、DCC三種模型所估計出之參數加以避險比率計算，其結果如表5。從表中我們可以瞭解到，雖然DCC模型具有樣本內相對最高之避險比率平均值，但是從變異數下降百分比或者以相對MVHR模型變異數下降百分比，來判斷。CCC模型具有相對較穩定的模型(74.32%)與較好的投資組合改善能力(65.92%)，因此模型績效高低順序為CCC模型、DCC模型、MVHR模型。

表5 樣本內績效比較表

| 投資組合變異數         |           |
|-----------------|-----------|
| 未避險之變異數         | 4,664,934 |
| MVHR 模型         | 3,514,545 |
| CCC 模型          | 1,197,909 |
| DCC 模型          | 2,753,417 |
| 變異數下降 (%)       |           |
| MVHR 模型         | 24.66     |
| CCC 模型          | 74.32     |
| DCC 模型          | 40.98     |
| 避險比率平均值         |           |
| MVHR 模型         | 0.132     |
| CCC 模型          | 0.303     |
| DCC 模型          | 0.372     |
| 相對於MVHR變異數下降(%) |           |
| CCC 模型          | 65.92     |
| DCC 模型          | 21.65     |

未避險之變異數： $\text{Var}(U)=\text{Var}(s_t)$ ，傳統OLS模型投資組合變異數為

$\text{Var}(s_t - hf_t) \cdot h$ 即避險比率，避險績效計算方式為 $\frac{\sigma_U^2 - \sigma_{\text{time-varying}}^2}{\sigma_U^2}$ ，相對於MVHR

變異數下降計算方式為 $\frac{\sigma_{\text{MVHR}}^2 - \sigma_{\text{time-varying}}^2}{\sigma_{\text{MVHR}}^2}$ 。

## 2. 樣本外避險績效

### (1) 樣本外參數估計說明

本研究採用移動式窗概念來進行實證研究，又基於研究設計需要，把樣本外避險期間分成一週與兩週等二種避險期間進行探討，各分別為5筆、10筆等資料。因為會配合資料進行比較分析，所以每一種資料長度模式都實施移動視窗(moving window)one-step ahead 方式，各移動五次，因此每一種模式都擁有6個樣本點。移動視窗係為樣本內資料各分別進行MVHR模型、CCC模型、DCC模型等避險比率估計，得出避險比率估計結果後，並代入樣本外第一期的績效評估期間，進行避險績效估算，每當樣本資料長度要移動時，即放棄其第一筆觀察值資料，並且補最新一筆觀察值資料並且進行模型估計，其結果再次放入下一期的績效評估期間，如此反覆運作，使得每一種模式都維持相等資料長度，希望能捕捉到最新市場反應訊息。

### (2) MVHR模型、CCC模型、DCC模型的避險比率

MVHR模型係為現貨標準差、期貨標準差與其相關係數均為固定常數值，因MVHR模型估計之避險比率，經由樣本外一週、兩週等二種避險期間評估，如圖4表示，避險比率皆為常數。其次，由CCC模型所估計的避險比率，由圖5所示，移動五次樣本點的避險比率，約介於20%到50%之間，比較集中。最後，如圖6所示，相較於前兩種估計方法，由DCC模型所估計的避險比率則呈現較大的變動。

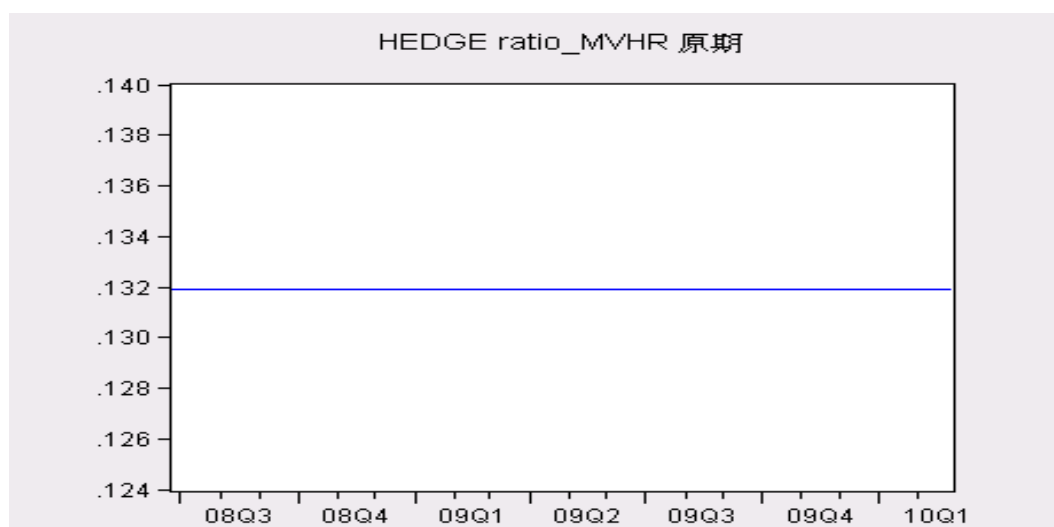


圖4 MVHR之避險比率

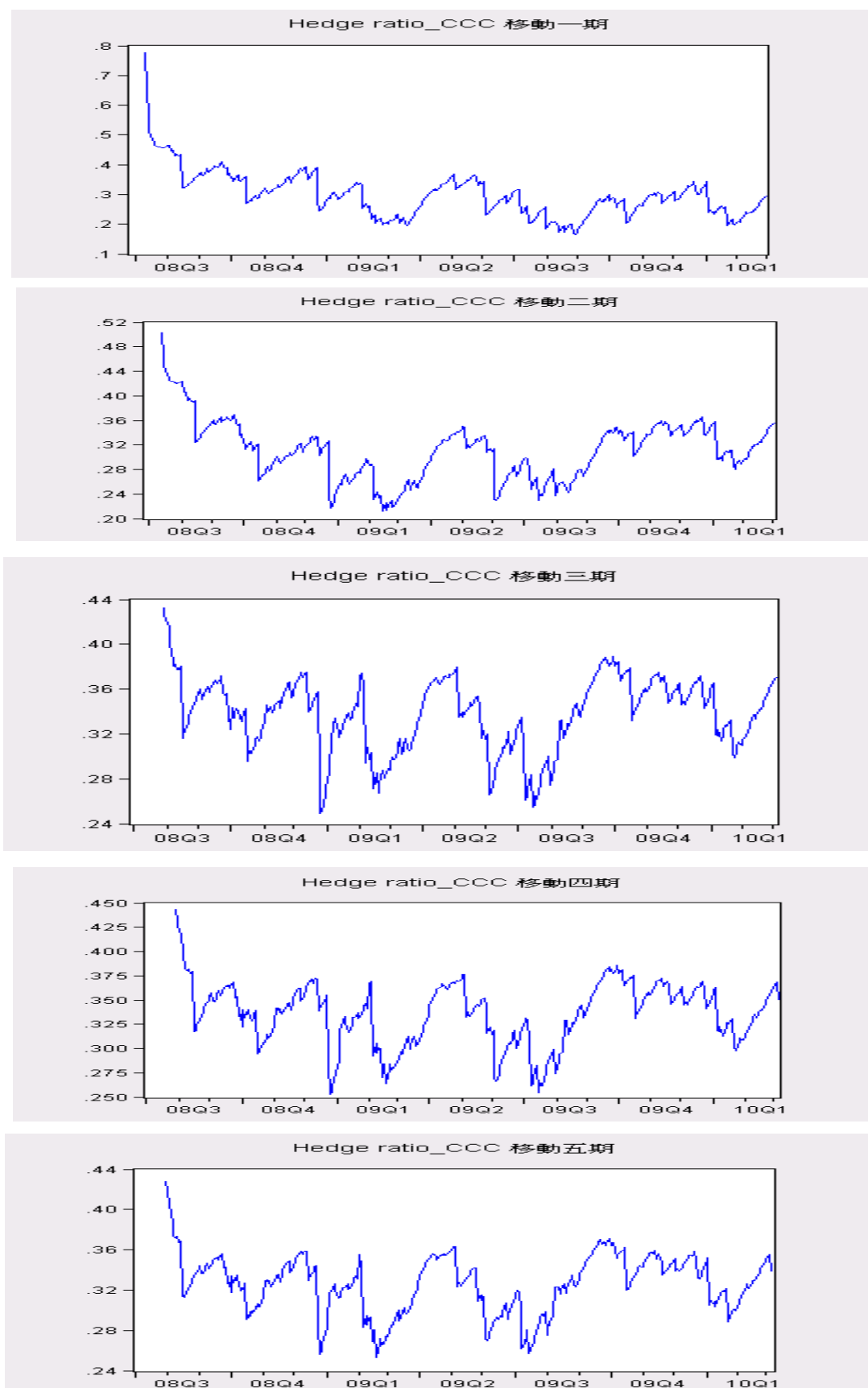


圖5 CCC模型移動五期之避險比率變化

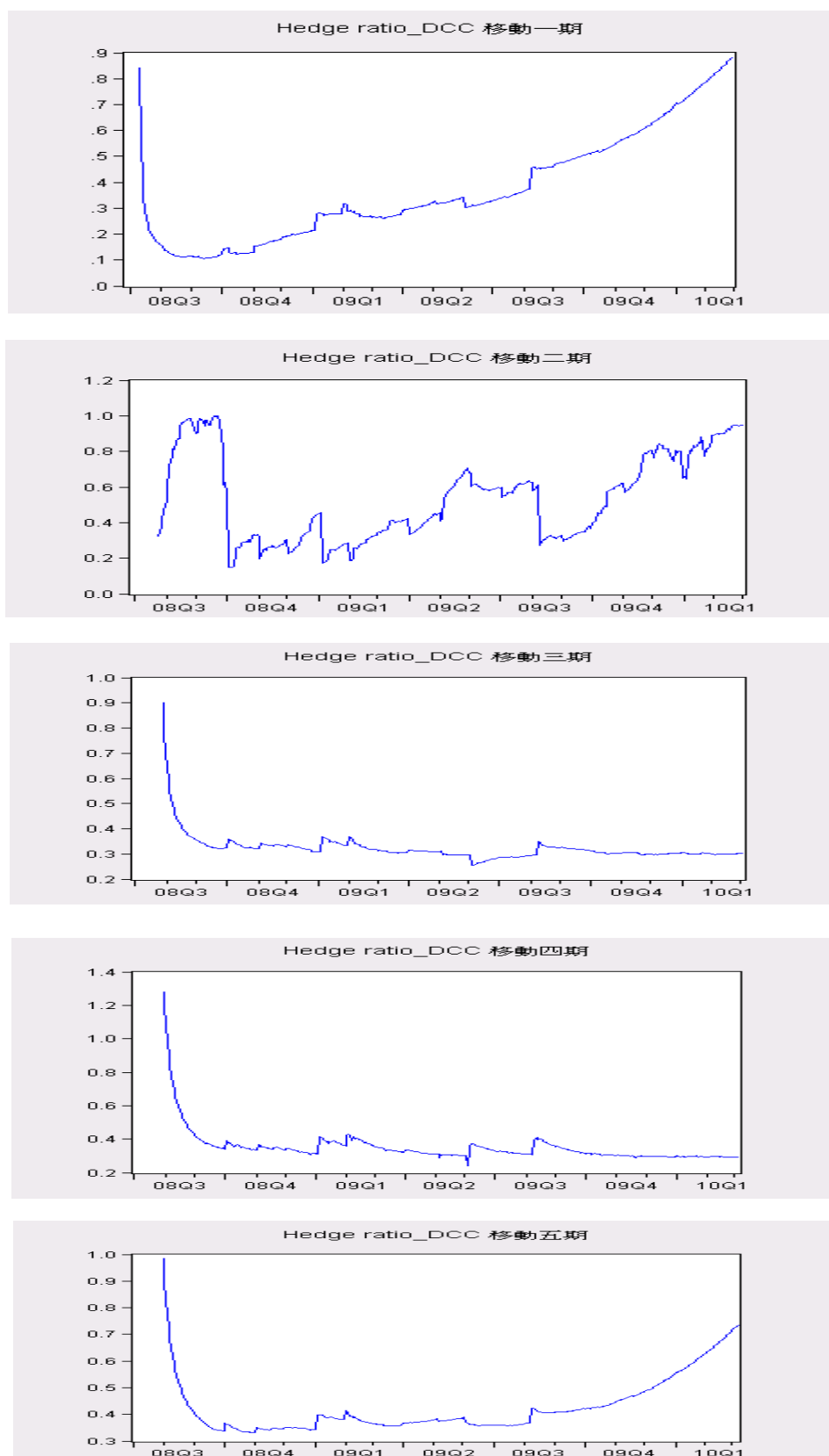


圖6 DCC模型移動五期之避險比率變化

### 3. 樣本外避險績效與動態模型避險改善能力

由表6至表7兩種樣本外評估期間，可以發現MVHR模型在樣本外一週避險期間時，是MVHR模型避險績效表現最好的時候。在相同兩種評估期間裡，樣本外兩週避險期間時，CCC模型績效表現最佳，相對未避險變異數的改善績效為43.23%。DCC模型表現最好是在樣本外一週避險期間，投資組合變異數的下降比例為56.91%。上述三種模型績效表現結果，其避險績效表現最佳為動態避險模型。

從動態避險模型相對MVHR模型變異數下降程度來觀察，CCC模型相對MVHR模型變異數下降百分比最多，為樣本外兩週避險期間，其下降比率為40.89%。DCC模型相對MVHR模型對投資組合變異數下降的百分比最多的，則為樣本外一週的避險期間，其下降比率為53.28%。從動態模型避險改善能力方向來觀察，動態模型的績效改善能力相對比MVHR模型的績效改善能力來的強。由表8可以觀察出樣本外一週與樣本外兩週避險期間，避險績效總平均以DCC模型最佳（投資組合變異數分別下降25.57%，36.31%）。

表6 樣本外一週避險期間之避險績效比較表

| 移動樣本點              | 原期        | 1期        | 2期        | 3期        | 4期       | 5期        |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| 未避險之變異數            | 43,983.7  | 42,586.5  | 20,474.3  | 2,929.3   | 1,622.8  | 14,321.2  |
| MVHR 模型            | 41,458.7  | 41,089.39 | 20,562.9  | 3,038.144 | 1,424.63 | 13,209.15 |
| CCC 模型             | 27,851.19 | 28,677.61 | 17,258.12 | 2,684.026 | 2,900.73 | 16,266.94 |
| DCC 模型             | 22,137.02 | 25,088.91 | 20,447.27 | 3,134.803 | 1,417.56 | 6,171.63  |
| 變異數下降百分比(%)        |           |           |           |           |          |           |
| MVHR 模型            | 5.74      | 3.51      | -0.43     | -0.37     | 12.21    | 0.77      |
| CCC 模型             | 36.67     | 32.66     | 15.71     | 8.37      | -78.74   | -13.59    |
| DCC 模型             | 49.66     | 41.08     | 0.13      | -7.015    | 12.64    | 56.91     |
| 相對於MVHR變異數下降百分比(%) |           |           |           |           |          |           |
| CCC 模型             | 32.82     | 30.21     | 16.07     | 11.65     | -----    | -----     |
| DCC 模型             | 46.61     | 38.94     | 0.56      | -----     | 0.49     | 53.28     |

未避險之變異數:  $\text{Var}(U) = \text{Var}(\mathbf{s}_t)$ ，傳統OLS模型投資組合變異數為  $\text{Var}(\mathbf{s}_t - \mathbf{h}\mathbf{f}_t)$   $\mathbf{h}$ 即避險比率，避險

績效計算方式為  $\frac{\sigma_U^2 - \sigma_{\text{time-varying}}^2}{\sigma_U^2}$ ，相對於MVHR變異數下降計算方式為  $\frac{\sigma_{\text{MVHR}}^2 - \sigma_{\text{time-varying}}^2}{\sigma_{\text{MVHR}}^2}$ 。

表7 樣本外兩週避險期間之避險績效比較表

| 移動樣本點              | 原期        | 1期        | 2期        | 3期        | 4期        | 5期        |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 未避險之變異數            | 57835.79  | 56,316.32 | 39,623.34 | 23,168.68 | 17,451.73 | 15,559.61 |
| MVHR 模型            | 55,188.12 | 54,089.38 | 38,408.02 | 22,180.7  | 16,480.69 | 14,651.23 |
| CCC 模型             | 34,602.95 | 31,970.34 | 25,854.21 | 14,902.21 | 11,486.31 | 10,911.6  |
| DCC 模型             | 27,612.6  | 26,705.51 | 28,426.25 | 20,190.32 | 15,672.36 | 8,143.457 |
| 變異數下降百分比(%)        |           |           |           |           |           |           |
| MVHR 模型            | 4.58      | 0.40      | 3.07      | 4.26      | 5.56      | 5.83      |
| CCC 模型             | 40.17     | 43.23     | 34.75     | 35.68     | 34.18     | 29.87     |
| DCC 模型             | 52.26     | 52.58     | 28.26     | 12.86     | 10.20     | 47.66     |
| 相對於MVHR變異數下降百分比(%) |           |           |           |           |           |           |
| CCC 模型             | 37.3      | 40.89     | 32.68     | 32.81     | 30.31     | 25.54     |
| DCC 模型             | 49.97     | 50.63     | 25.98     | 8.97      | 4.9       | 44.4      |

未避險之變異數:  $\text{Var}(U)=\text{Var}(\mathbf{s}_t)$ ，傳統OLS模型投資組合變異數為  $\text{Var}(\mathbf{s}_t - \mathbf{h}\mathbf{f}_t)$   $\mathbf{h}$ 即避險比率，

避險績效計算方式為  $\frac{\sigma_U^2 - \sigma_{\text{time-varying}}^2}{\sigma_U^2}$ ，相對於MVHR變異數下降計算方式為  $\frac{\sigma_{\text{MVHR}}^2 - \sigma_{\text{time-varying}}^2}{\sigma_{\text{MVHR}}^2}$ 。

表8 樣本外各模式總績效評比排序

| 模式   | 1                 | 2                 | 3                  |
|------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 一週模式 | DCC 模型<br>(25.57) | MVHR 模型<br>(3.57) | CCC 模型<br>(0.18)   |
| 兩週模式 | DCC 模型<br>(36.31) | CCC 模型<br>(33.97) | MVHR 模型<br>(10.35) |

( )內為變異數降低百分比之平均數。

## 伍、結論

本研究國際海運期交所Imarex的運價期貨為研究對象，探討MVHR模型、CCC模型及DCC三種方法估計運價期貨避險比率的避險績效，進行樣本內及樣本外之分析。實證結果發現，樣本內測試以CCC模型所估計的避險比率有最佳的避險績效，相對未避險的投資組合，變異數大幅下降74.32%，相對於MVHR模型所估計的避險比率，變異數也可以下降65.92%。但是，樣本外的避險績效，無論是一週與兩週的避險期間或基於避險成本考量而以五期樣本點(約一個月)操作期間，皆以動態估計的DCC模型表現較佳。

## 參考文獻

- 巫春洲、劉炳麟、楊奕農(2009) 農產品期貨動態避險策略的評價，農業與經濟，第42卷，39-62頁
- 陳永順、王旭堂(2004) 國際散裝船市場之時間變動避險比率估計：應用BGARCH及RCAR方法，風險管理學報，第六卷，第一期，33-56頁
- 徐清俊、錢怡成、黃少偉(2002)台灣股價指數期貨之避險比率及避險效，2002年管理創新與新願景研討會
- Bollerslev, T. (1990), Modeling the Coherence in Short-Term Nominal Exchange Rates : a Multivariate Generalized ARCH Approach, *Review of Economics and Statistics*, Vol.72, pp. 498-505.
- Cullinane, K. P. B. (1992), A short-term adaptive forecasting model for BIFFEX speculation : a Box-Jenkins approach, *Maritime Policy and Management*, Vol.19, pp. 91-114
- Engle, R. (2002) ,Dynamic conditional correlation: A simple class of multivariate generalized autoregressive conditional heteroskedasticity models R Engle - *Journal of Business & Economic Statistics*, Vol. 20,pp. 339-350
- Haigh, M. S. and Holt, M. T. (2002), Hedging Foreign Currency, Freight and Commodity Futures Portfolios: A Note, *The Journal of Futures Markets*, Vol.22, pp. 1205-1221.
- Holmes, P. (1996) , Stock Index Futures Hedging : Hedging Effectiveness of Foreign Currency Futures, *Journal of Futures Markets*, Vol. 23, pp. 63-77.
- Johnson, L. L. (1960). The theory of hedging and speculation in commodity Futures , *Review of Economic Studies*, Vol. 27, pp. 139-151.
- Kavussanos , M. G. and Nomikos, N. K. (2000) Futures Hedging When the Structure of the Underlying Asset Changes: The Case of the BIFFEX Contract, *The Journal of Futures Markets* ,Vol.20 (8), pp. 775-801.
- Myers, R.J. (1991), Estimating Time Varying Optimal Hedging Ratios on Futures Markets, *Journal of Futures Markets*, Vol. 11, No. 2,pp .39-53
- Ray Y Chou, Wu Chun-Chou, Liu Nathan (2009) ,Forecasting time-varying covariance with a range-based dynamic conditional correlation model, *Review of Quantitative Finance and Accounting*, Vol.33 No.4, pp. 327-345
- Tong , W. H. S. (1996) , An Examination of Dynamic Hedging, *Journal of International Money and Finance*, Vol.15, No.1, pp.19-35.

# **The Hedge Performance of the Dynamic Hedge Ratios in the Baltic Dry Index Futures**

Heng-Chih Chou   Gin-Shuh Liang   Chih-Yuan Wu

## **ABSTRACT**

The International Maritime Exchange (Imarex) opened the electronic trading to the BDI freight rate futures since 18 June 2008, which attracts more shipping operators to join in the transaction, thus increasing market liquidity, and making the freight rate futures market more efficient. The performance of the freight rate futures is affected by the estimated efficiency of the hedge ratio. An efficient hedge ratio estimation can help capture the dynamic changes of the correlation between the spot and futures prices. In this paper, the BDI and BDI futures are explored, and the sample period is from 24 June 2008 to 7 May 2010. Three alternative hedge ratio estimation models, Minimal Variance Hedge Ratio (MVHR), Constant Conditions Correlation model (CCC) and Dynamic Conditions Correlation model (DCC) are applied and compared. The empirical results show that the best performance of in-sample fitting is the hedge ratio estimated by CCC model; but the hedge ratio estimated by DCC model has the best performance for the out-of-sample data.

**Keywords : Freight rate futures, Hedge ratio , Hedge performance, CCC Model, DCC Model**



# 城市行銷重要影響因素之研究－以基隆市為例

林秀芬<sup>1</sup> 葉怡慧<sup>2</sup>

## 摘要

本研究從城市行銷角度，以顧客導向為核心理念，擬尋找出影響基隆市城市行銷發展之重要因素。藉由城市行銷相關文獻的分析與彙整，擬定基隆城市行銷重要影響因素評估構面(包括形象行銷、吸引力行銷、基礎建設行銷、與民眾行銷等四項評估構面)，及其二十項評估準則。以模糊層級分析法為研究方法，建構基隆城市行銷重要影響因素模糊評估模式，並以遊客與在地居民為評估者，計算基隆城市行銷重要因素評估構面及其準則的相對權重值，同時進行各相對權重值之重要性比較。研究結果顯示，遊客最重視「吸引力行銷」，而居民之首要關心議題是「形象行銷」。經由案例的導入，驗證本研究所提出的模糊評估模式具有可行性與實用性，期能作為地方政府相關單位與旅遊業者推廣城市行銷、提昇觀光旅遊服務品質之重要參考依據。

**關鍵詞：**城市行銷、基隆市、模糊層級分析法、重要性分析

## 壹、前言

基隆，歷經世代轉移，烽火連天到經濟蓬勃發展，而如今，隨著臺北港開放，再加上政府單位積極規劃臺北港成為臺灣北部第一大港，臺北港有可能逐步取代基隆港地位，成為北臺灣重要海運轉運中心，使得基隆市的發展將面臨更嚴峻的挑戰與威脅。基隆市人口密集度排名居臺灣第四，約為臺北市三分之一。面對人口逐漸外移問題，如何吸引更多居民以及企業進駐，以厚植稅基，基隆市政府相關單位尚有很大的改善與努力空間。為了提昇城市競爭力與經濟實力，發展基隆旅遊觀光產業，吸引遊客前來消費，亦扮演不可或缺之角色。此外，若能藉由城市行銷（City Marketing）活動，結合系統化行銷方式與地方特色，積極展現基隆市的價值與正面形象，將有助於地方政府相關單位與旅遊業者推廣觀光活動，刺激地方發展，滿足居民、旅遊業者、遊客之需求，進而達到都市永續發展的目標（Kotler, Hamlin, Donald & Haider, 2002）。

過去學者認為推動城市行銷，可以達成下列三項主要目的：(1)提昇城市形象，建構城市新形象、強調當地正面的元素，用以取代現在或將來的消費者所存

<sup>1</sup> 國立臺灣海洋大學航運管理學系教授

<sup>2</sup> 國立臺灣海洋大學航運管理學系碩士

在的模糊或負面之形象 (Ronan, 1992) ; (2)振興地方經濟，將城市發展願景與地方特色，藉由行銷的方式予以呈現，促使消費者願意前往旅遊與消費，可以振興地方經濟，進而提昇城市競爭力 (Kotler, Hamlin, Donald & Haider, 2002) ; (3)滿足利益關係人需求，完善的城市行銷執行與回饋機制，能充實地方政府經濟收益、增加地方就業、提昇觀光旅遊服務品質，同時滿足城市遊客與居民的各自需求 (Alhroot & Alalak, 2010)。

規劃城市行銷活動時，遊客與居民主要考量因素分別為何？應如何評估？如何取得遊客與居民需求的平衡點？是區域研究與觀光休閒領域的產官學研界人士，現階段所共同關注的重要議題。然而，目前針對城市行銷活動重要影響因素而提出評估指標與程序的研究仍屬少見，因此，必須建立一套完整的城市行銷重要影響因素評估指標與方法，以作為衡量城市行銷重要性的參考基礎。此外，在城市行銷重要影響因素評估過程中，由於評估成員主觀認知及面對不易量化的非結構化問題時，其評估過程不一定會遵循線性型態，故傳統的線性評估模式已無法有效表達人員主觀評估的模糊性 (Ishii & Sugeno, 1985)。因此，本研究擬依據城市行銷相關文獻的彙整與分析，以基隆市為分析案例，擬定城市行銷重要影響因素評估構面與指標，並結合模糊理論與層級分析法，並分別從遊客與居民的觀點，以群體協同評估的決策方式，建立城市行銷重要影響因素評估模式與操作程序，驗證評估模式的實用性，以提供地方政府相關單位與旅遊業者經營與管理業務之參考。

## 貳、文獻探討

### 一、城市行銷

城市行銷可以視為是一項強調城市正面形象的元素，就像是一系列的製造流程，能夠創造與流通主題、圖像和文化符號，並使潛在消費者透過有效的廣告而易於辨識城市特色（Gotham, 2002）。Alhroot 和 Alalak（2010）強調成功的城市行銷要同時結合無形服務與有形設施，藉由行銷方法的輔助，營造城市友善氣氛，獲致消費者滿意程度極大化。Kotler, Hamlin, Donald 和 Haider（2002）則認為城市行銷包含四項重要意義，首先，它能夠為地方樹立強而有利的地位與形象；其次，它能夠為現有和潛在的商品與消費者提供具吸引力的優惠；另外，它以有效、可行的方法配送地方產品和服務；最後，成功的城市行銷能協助消費者完全瞭解地方的獨特長處，並推廣地方特色，創造城市利益。

將行銷策略應用於城市發展的過程中，遊客與居民所扮演之角色與功能，是不可忽視的重要環節（Kotler, Hamlin, Donald & Haider, 2002）。對遊客而言，行銷一個城市不能只是呼口號，需要增添個性、發掘獨特魅力，藉由品牌聲望吸引遊客慕名造訪，而遊客的類型包括前往城市考察、洽辦或開拓業務，從事商業活動之商業遊客，和以旅遊觀光為目的之觀光客或旅行家等兩大類。再者，居民是城市中最主要的資源運用者，包括專家、技術人員、投資者、企業家等，高品質的人口結構將為地方帶來豐厚的稅基，地方政府相關單位必須藉由高效、先進的公共基礎建設，建構一個優質的生活空間，才能吸引新移民、留住現有居民。

此外，Van Den Berg, Braun 和 Alexander（2002）認為城市行銷的標的物，可能是辦公空間、港口設施、工業園區，或一座購物中心，也可能是一座博物館、一場藝術節慶或一場運動競賽，亦即「一座城市可以開出一系列的城市行銷清單」，而城市行銷的規模，可以歸納為下列幾種類型：

1. 個別的城市商品或服務：城市中一個場所、服務、或特定景點的行銷活動，例如一座博物館、體育場或購物中心的推廣活動。
2. 相關商品或服務群：是一種群聚行銷的概念，涉及到相關產品或服務在空間上的一種聚集活動，在消費者觀念中具有功能上的關聯，例如都市觀光、港口設施、科技園區、文化休閒運動等活動。
3. 視城市或城市群本身為一個整體：城市或城市群本身被視為行銷產品的廣義名詞，涉及到城市品牌(City Brand)與城市形象(City Image)的建立，地方政府相關單位必須積極界定、衡量、控制都市的整體意象，使其能與其它競爭城市相抗衡，才能有效吸引消費者到地方上消費，並參與城市發展。

### 二、城市行銷重要因素評估

Ashworth 和 Voogd（1994）認為城市行銷的目的是以地方基礎建設為主，強化地方特色的發展機能，同時亦指出城市行銷不同於一般產品行銷以營利為目

的，其目標與社會福利、社會責任有密切關聯。因此，成功的城市行銷推廣活動，必須在考量遊客與居民共同利益與未來願景的前提下，進而達成城市的永續發展。而有關城市行銷重要影響因素的相關文獻中，經由本研究的分析與彙整，衡量城市行銷重要影響因素評估指標的議題，可以從形象行銷、吸引力行銷、基礎建設行銷、民眾行銷等四個層面來探討(林博文, 2001; 郭幸福, 1999; 游竣鴻, 2008; Kotler, Hamlin, Donald & Haider, 2002)，茲分述如下：

#### (一) 形象行銷 (Image Marketing)

形象行銷係指消費者對特定地方具有的信念、意見及印象，並且透過大量相關資訊的蒐集，所呈現出來的評價。一個城市若具有獨特且有意義的形象，自然能吸引消費者的青睞。因此，城市形象行銷之建立、塑造或改善，有助於吸引、刺激消費，進而成功地推廣行銷地方的特色。有關城市整體形象的類型，包括歷史古城、港灣城市、國際化城市、高科技城市、文化豐富的城市，傳統工業的城市，景觀秀麗的觀光城、社會福利城、交通便利的城市、安全的城市、熱情友善的城市，與愉悅舒適的城市等（郭幸福, 1999）。

#### (二) 吸引力行銷 (Attraction Marketing)

規劃或建構為一城市之特色或活動，例如天然資源、歷史建築遺蹟或美麗景觀、知名建築物等，亦即城市行銷之重要「賣點」，足以吸引民眾前往消費、觀光或投資。現今全球化交流日益頻繁，實體交通發達，媒體、網路傳遞無遠弗屆，透過宣傳、舉辦國際性活動，如北京奧運、廣州亞運、上海世界博覽會、臺北國際花卉博覽會等大型活動，皆有助於強化城市吸引力行銷。

#### (三) 基礎建設行銷 (Infrastructure Marketing)

推動城市行銷的過程中，基礎建設行銷亦扮演關鍵性角色，包括街道、高速公路、鐵路、機場、電信網路等，被列為是城市行銷的基礎建設工程（游竣鴻, 2008）。如臺灣新竹科學工業園區被譽為亞洲最成功的科學園區，不僅吸引高科技廠商進駐，亦設立零售店、住宅區、娛樂設備等，發展出獨樹一格之區域特色。

#### (四) 民眾行銷 (People Marketing)

城市中居住民眾具有高品質人文素養，守禮的良好生活習慣，是城市行銷的重要焦點與無可取代之附加價值。Kotler, Hamlin, Donald 和 Haider (2002) 強調民眾行銷即善用歷史人物、明星、運動球員、或政治家等著名人物的光環來吸引大眾的目光；以及透過居民富而有禮、友善熱情、良好公民素質、專業能力所展現的特質，形成城市行銷中不可或缺的重要趨動力。

### 三、結語

城市行銷重要影響因素的評估過程中，往往因受測者對各評估指標之優劣表現與重視程度認知的不同，使得評估結果不一定能反映真實的感受。因此，如何

客觀且有效地選擇正確的城市行銷重要影響因素評估模式，是區域研究與觀光休閒領域中極重要的研究議題。過去有關城市行銷重要影響因素評估準則的衡量方法，包括採用文獻分析法（汪明生、馬群傑，2006；黃義俊、劉鎮國、許維真，2012；Kotler, Hamlin, Donald & Haider, 2002；van Limburg, 1998），蒐集、整理、分析有關城市行銷影響因素的議題，作為探討城市行銷重要影響因素評估構面之理論基礎。此外，亦有學者是採用明確數值的問卷調查方式（郭幸福，1999；Alhroot & Alalak, 2010；McKee & Wang, 2006），並輔以統計方法來進行分析。然而，上述方法往往忽略受測者對城市行銷影響因素的認知，會受其主觀判斷與模糊性認知的影響，無法有效衡量城市行銷的重要考量因素。

此外，在文獻上，將模糊理論及層級分析法應用於衡量城市行銷重要影響因素評估模式的文獻，目前仍然相當缺乏。因此，本研究將藉由城市行銷相關文獻的分析與彙整，以基隆市為分析案例，擬定基隆城市行銷重要影響因素評估構面與準則，並透過模糊層級分析法計算評估構面的權重與排名，將城市行銷重要影響因素的評估擴充至模糊環境來加以衡量，進而提出一套完整的城市行銷重要影響因素模糊評估模式與操作程序，期能瞭解強化城市競爭力的重要趨動因素，進而帶動城市的整體發展。

## 參、研究方法

### 一、建立層級結構

層級分析法（Analytical Hierarchical Process, AHP）主要應用在不確定情況及有數個評估準則的決策問題上。層級分析法利用層級結構將問題的目標層級化，藉由分析群組原則，找出影響最終目標的評估構面、各構面下的評估準則，以建立研究問題的層級結構。而建立層級結構之原則，茲分述如下（鄧振源、曾國雄，1989a，1989b）：

1. 最高階層代表評估過程的最終目標。
2. 層級結構中，每一層級的要素均假設具獨立性。
3. 影響最終目標的評估構面、評估準則分別置於第二階層、第三階層，若須再分層，則依此類推。
4. 層級內的評估要素最好不要超過七項（Saaty, 1980），若超出則建議再分層解決。
5. 最底層的內容即為評估方案。

### 二、模糊層級分析法

Zadeh 教授於 1965 年提出模糊集合理論(Fuzzy Sets Theory)（Zadeh, 1965），認為人類主觀的想法、推論以及對週遭事物的認知具有相當程度的模糊性，因此，必須以模糊的邏輯觀念來描述事物的優劣與情況，以彌補傳統二值邏輯（非 0 即 1 觀念）描述事物的缺點。Csutora and Buckley（2001）認為層級分析法在準則

評價上，無法適當地呈現評估成員的主觀認知與判斷，因而將模糊理論與層級分析法相結合，提出模糊層級分析法，以反映真實環境下決策分析所面臨的問題。本研究利用 Chang (1992, 1996) 所提出修正的模糊層級分析法，以三角隸屬函數建立模糊成對比較矩陣，再以範圍分析法 (Extent Analysis Method)，計算各評估要素的權重。利用模糊層級分析計算權重值的執行步驟茲分述如下：

### 1. 建立整合的模糊成對比較矩陣

假設  $K$  位評估成員，針對  $n$  個評估構面的層級結構，進行決策分析。每位評估成員利用表 1 的層級分析評估尺度，表達其對兩兩衡量構面間相對重要性的評估，並建立模糊成對比較矩陣，再將  $K$  位評估成員的模糊成對比較矩陣，以算術平均數方式，建構整合的模糊成對比較矩陣  $M$ ，其定義如下：

$$M = [M_{ij}] \quad (1)$$

$M$ :  $K$  位評估成員整合的模糊成對比較矩陣

$M_{ij}$ : 以算術平均數求算後， $K$  位評估成員對第  $i$  個評估構面相對於第  $j$  個評估構面的重要性比較值的三角模糊數

$$M_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$$

$n$ : 該評估層級的評估構面數

$l_{ij}$ : 評估成員所填寫尺度區間之最小值

$m_{ij}$ : 評估成員所填寫尺度區間之平均值

$u_{ij}$ : 評估成員所填寫尺度區間之最大值

$$M_{ij} = (1,1,1), \forall i = j; \text{ and } M_{ji} = \frac{1}{M_{ij}}, \forall i, j = 1, 2, \dots, n$$

表 1 層級分析評估尺度

| 語意變數   | 模糊數     |
|--------|---------|
| 絕對同等重要 | (1,1,1) |
| 同等重要   | (1,1,3) |
| 介於兩者之間 | (1,2,3) |
| 稍重要    | (1,3,5) |
| 介於兩者之間 | (3,4,5) |
| 頗重要    | (3,5,7) |
| 介於兩者之間 | (5,6,7) |
| 極重要    | (5,7,9) |
| 介於兩者之間 | (7,8,9) |
| 絕對重要   | (7,9,9) |

## 2. 計算模糊綜合範圍值

令  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  是一個物件集合 (Object Set)，而  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$  是一個目標集合 (Goal Set)。依據 Chang (1992, 1996) 的範圍分析法，每一個物件分別被帶入每個目標進行範圍分析。利用模糊數進行範圍的量化，因此對於每個物件可得  $m$  個範圍分析值，表示如下：

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, M_{g_i}^m, i=1, 2, \dots, n \quad (2)$$

其中， $M_{g_i}^j (j=1, 2, \dots, m)$  是三角模糊數

第  $i$  個物件之模糊綜合範圍值(Fuzzy synthetic Extent Value)  $S_i$ ，定義如下：

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (3)$$

為求解  $\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j$ ，針對一個特定矩陣進行  $m$  個範圍分析值之模糊加法運算如下：

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left( \sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (4)$$

為求解  $\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1}$ ，進行  $M_{g_i}^j (j=1, 2, \dots, m)$  值之模糊加法運算如下：

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left( \sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (5)$$

而式(5)之向量反矩陣如下：

$$\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left( \frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (6)$$

## 3. 可能性計算

$M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$  的可能程度，定義如下：

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} [u_{M_1}(x), u_{M_2}(y)] \quad (7)$$

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = u_{M_2}(d)$$

$$= \begin{cases} 1, & \text{if } m_2 \geq m_1 \\ 0, & \text{if } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (8)$$

其中  $d$  值為  $M_1$  和  $M_2$  相互重疊處的高度，為了比較  $M_1$  和  $M_2$ ，需一併求出  $V(M_1 \geq M_2)$  和  $V(M_2 \geq M_1)$  之值。

#### 4. 選取較小可能度

一個凸模糊數大於其它  $k$  個凸模糊數  $M_i (i=1,2,\dots,k)$  之可能性定義如下：

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1) \text{ and } (M \geq M_2) \text{ and } \dots \text{ and } (M \geq M_k)] = \min V(M \geq M_i), i = 1, 2, \dots, k \quad (9)$$

假設：

$$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \quad (10)$$

其中  $k = 1, 2, \dots, n; k \neq i$ 。得到權重向量如下：

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (11)$$

其中  $A_i (i=1, 2, \dots, n)$  為  $n$  個元素

#### 5. 正規化

正規化後之權重向量為

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (12)$$

其中  $W$  為一個解模糊值

### 肆、建構基隆城市行銷重要影響因素模糊評估模式

#### 一、建立基隆城市行銷重要影響因素層級結構

本研究經由城市行銷重要因素相關文獻的分析與彙整(汪明生、馬群傑, 2006; 郭幸福, 1999; 黃義俊、劉鎮國、許維真, 2012; Alhroot & Alalak, 2010; Kotler, Hamlin, Donald & Haider, 2002; McKee & Wang, 2006; van Limburg, 1998)，並以基隆市為分析案例，參考依基隆市政府觀光旅遊服務資訊網「發現基隆」([http://tour.klcc.gov.tw/h/h01\\_01.asp](http://tour.klcc.gov.tw/h/h01_01.asp))，及基隆故事館所提供之觀光旅遊資訊介紹，建立基隆城市行銷重要影響因素層級結構。層級結構中，第一層為最終目標，第二層為基隆城市行銷重要影響因素的四項評估構面，第三層則為各評估構面之細部評估準則，完整的層級結構如圖 1 所示。評估構面中的「形象行銷」係指能讓遊客或居民感受基隆所具備之正面形象，例如：其擁有的歷史古城、國際化視野、自然與氣候、城市安全，與港灣城市等整體印象；「吸引力行銷」則是指能讓遊客或居民感受基隆具有吸引力之賣點，例如：其所呈現之海岸風情、公園遊憩、在地美食、廟宇祈福，與古蹟巡禮等特色；「基礎建設行銷」係指能讓遊客或居民感受基隆所提供之基礎建設，包括：基本民生、通訊科技、研發科學、環境品

質，與學術教育等各項建設；最後，「民眾行銷」是指能讓遊客或居民感受基隆市民之人文素質，例如：其展現之富而有禮、友善熱情，公民素質、專業能力，以及名人知名度等正面特質。而各評估準則的操作性定義整理如表 2 所示。

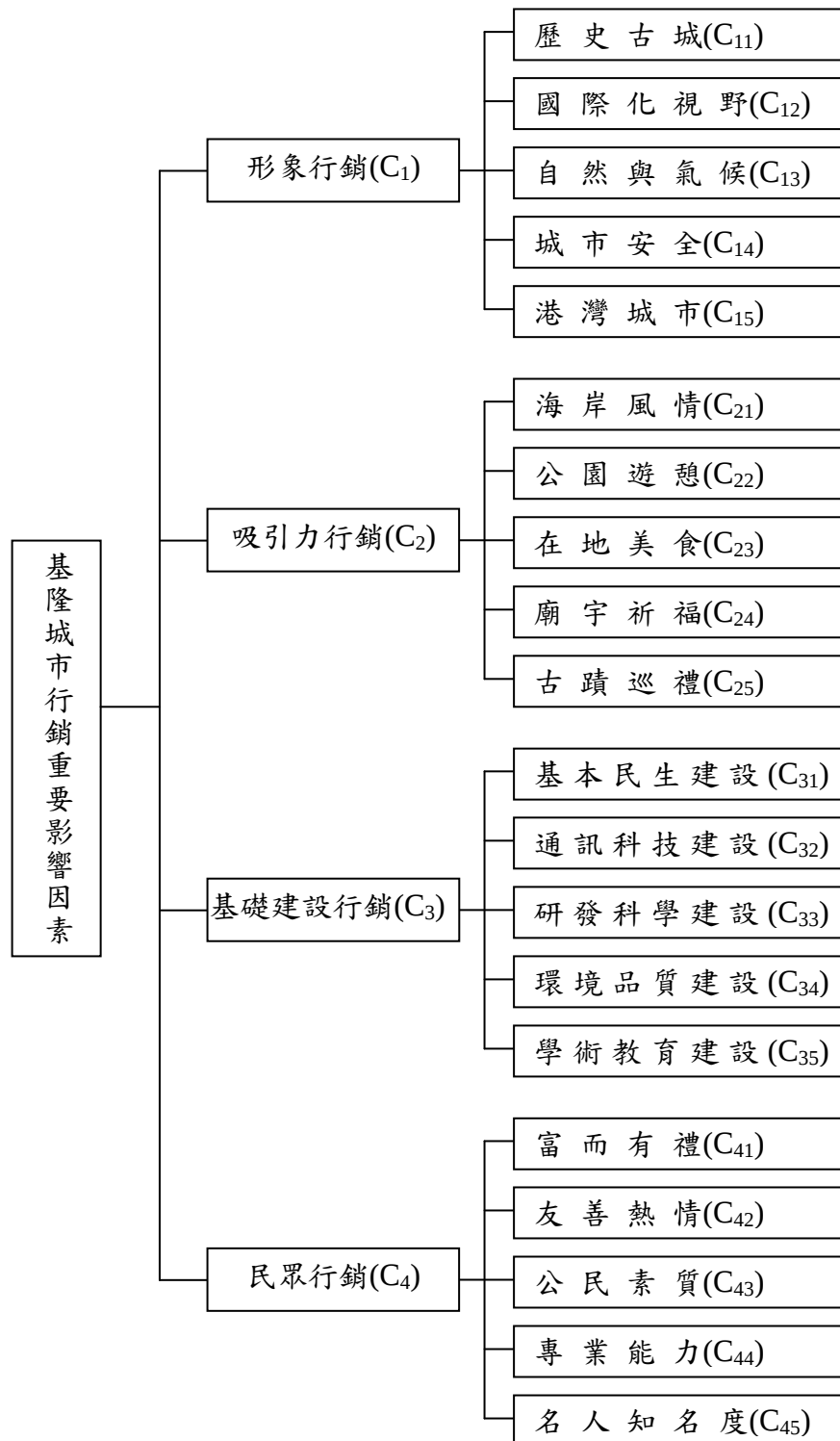


圖 1 基隆城市行銷重要影響因素層級架構

表 2 基隆城市行銷重要影響因素評估準則操作性定義

| 評估構面／準則 | 操作性定義                                             | 參考來源                                                                |
|---------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 形象行銷    |                                                   |                                                                     |
| 歷史古城    | 特殊歷史發展軌跡、人文軼事以及史蹟等，是屬於相對較早草創、開發及建設等歷史性之城市。        | 郭幸福 (1999);<br>黃義俊、劉鎮國、<br>許維真(2012);<br>Alhroot 和 Alalak<br>(2010) |
| 國際化視野   | 城市國際化程度如參與國際市場競爭、開放、與世界接軌的能力，能參與國際分工與合作。          |                                                                     |
| 自然與氣候   | 泛指所在城市之自然景觀與氣候，影響者生活型態，亦為吸引遊客觀光之重要影響因子。           |                                                                     |
| 城市安全    | 包含警政安全、道路與交通安全、環境安全，以及消費安全等。有助提供大眾友善之消費、旅遊與居住環境。  |                                                                     |
| 港灣城市    | 渾然天成之港灣地勢，特殊的地理位置與完備的海陸運輸系統，吸引各國商輪停泊，是為重要的港埠特色。   |                                                                     |
| 吸引力行銷   |                                                   |                                                                     |
| 海岸風情    | 擁有海岸港口的形象優勢的港灣都市。如碧砂漁港、八斗子公園等海岸景點。                | 郭幸福 (1999);<br>McKee 和 Wang<br>(2006)                               |
| 公園遊憩    | 提供大眾休閒、遊憩、踏青的公園休憩場地。如富民親水公園、情人湖公園、八斗子海濱公園等。       |                                                                     |
| 在地美食    | 著名的「基隆廟口」夜市，碧砂漁港現撈海產、李鵠餅店鳳梨酥等在地美食最能表現出一城市貼近消費者的心。 |                                                                     |
| 廟宇祈福    | 台灣宗教信仰極重要心靈寄託之處。著名者有老大公廟中元祭，為重要的觀光民俗慶典。           |                                                                     |
| 古蹟巡禮    | 劉銘傳隧道、清法戰爭紀念園區，以及社寮東砲台、海門天險等，為觀光旅遊及學術研究據點。        |                                                                     |
| 基礎建設行銷  |                                                   |                                                                     |
| 基本民生建設  | 基礎建設的根本，含土地/耕地利用、人口與扶養比陸海空運、能源、水利及電力等建設。          | 游竣鴻 (2008);<br>Kotler, Hamlin,<br>Donald 和 Haider<br>(2002)         |
| 通訊科技建設  | 結合資訊科技與電信的之基礎建設，包括電信投資、通訊科技、網際網路與其安全性、寬頻之使用便利性等。  |                                                                     |
| 研發科學建設  | 著重於研發能力及科學教育，展現在研究與發展之產值，重視專利權、科學學位與文章、智慧財產權之保護。  |                                                                     |
| 環境品質建設  | 強調環保議題之規劃與管理，以降低環境污染並提升生活品質。生態足跡、永續發展、環境法規為攸關因素。  |                                                                     |
| 學術教育建設  | 如教育公共支出、師生比、教育評量、產學合作、知識移轉、高等教育達成率、語言技能等教育基礎建設。   |                                                                     |
| 民眾行銷    |                                                   |                                                                     |
| 富而有禮    | 富涵文化素養居民，言行舉止自然有禮，城市展現禮儀之邦、進退有節風範。                | Kotler, Hamlin,<br>Donald 和 Haider<br>(2002); van<br>Limburg (1998) |
| 友善熱情    | 熱情的市民、友善的商家，以及態度親和、表現服務熱忱的公共服務人員，形成溫馨、友善旅遊經驗。     |                                                                     |
| 公民素質    | 表現在公民道德及其文化涵養，以同理心待人，遵守各項制度，乃至尊重城市環境，以具體行動善盡公共責任。 |                                                                     |
| 專業能力    | 強化住民根留家鄉之意願，進而帶動新居民移入民眾所展現出來的專業素養，其為城市進步之基礎。      |                                                                     |
| 名人知名度   | 城市中有不同領域各擅其場、出類拔萃的成名之士為地方、社區和國家帶來區域性甚至國際性的關注。     |                                                                     |

## 二、基隆城市行銷重要因素模糊評估模式

### (一) 資料蒐集

由於城市行銷就像是一套以遊客與居民的需求為考量，所設計的多元、豐富之城市推廣活動，Ekinici (2003) 亦強調推廣城市行銷的成敗與否，乃取決於各項推廣活動是否能滿足遊客與居民的真正需求。因此，本研究擬分別以基隆遊客與在地居民的觀點，藉由他們對城市的整體認知，評估基隆城市行銷重要影響因素之權重。資料蒐集過程是以便利抽樣的方式，首先透過電話徵求評估者的意願，再確認其身份是基隆市的遊客或是在地居民，然後再針對基隆市的遊客和居民，各發出二十五的評量表，扣除填答不完整的評量表，回收結果為遊客和居民的有效評量表，分別為二十分，有關填答者的基本資料整理如表 3 所示。

表 3 遊民與居民基本資料

| 人口統計變數     | 遊客 |     | 居民 |     |
|------------|----|-----|----|-----|
|            | 人數 | 比例  | 人數 | 比例  |
| <b>性別</b>  |    |     |    |     |
| 男性         | 13 | 65% | 8  | 40% |
| 女性         | 7  | 35% | 12 | 60% |
| <b>年齡</b>  |    |     |    |     |
| 30 歲以下     | 4  | 20% | 3  | 15% |
| 31－40 歲    | 7  | 35% | 4  | 20% |
| 41－50 歲    | 3  | 15% | 6  | 30% |
| 51－60 歲    | 2  | 10% | 6  | 30% |
| 60 歲以上     | 4  | 20% | 1  | 5%  |
| <b>職業別</b> |    |     |    |     |
| 公教軍警       | 2  | 10% | 2  | 10% |
| 服務商業       | 5  | 25% | 12 | 60% |
| 工業         | 5  | 25% | 1  | 5%  |
| 家管         | 5  | 25% | 2  | 10% |
| 自由業        | 3  | 15% | 3  | 15% |

### (二) 模糊層級分析法應用於基隆城市行銷重要影響因素評估

每位評估成員（包括二十位遊客與二十位居民）以圖 1 的基隆城市行銷重要影響因素層級架構為基礎，進行各評估構面與準則中，兩兩評估構面與準則重要程度的衡量，並利用表 1 之語意變數，將其轉換為三角模糊數，產生兩兩比較的模糊評估值，再依模糊層級分析法的執程序計算各評估構面與準則之權重值。有關評估步驟茲說明如下：

#### 步驟一：建立整合的模糊成對比較矩陣

將二十位遊客對形象行銷 ( $C_1$ )、吸引力行銷 ( $C_2$ )、基礎建設行銷 ( $C_3$ )、民眾行銷 ( $C_4$ ) 四項評估構面的兩兩比較模糊評估數，予以算術平均之後，依式 (1) 建立整合的模糊成對比較矩陣，如表 4 所示。另外，有關評估構面的一致性

檢定 (Consistency Index,  $C.I.$ )，由表 4 中顯示最大特徵值  $\lambda_{\max}$  為 4.010、一致性指標 (Consistency Index,  $C.I.$ ) 為 0.003、隨機指標值 (Random Index,  $R.I.$ ) 為 0.90、一致性比率值 (Consistency Rate,  $C.R.$ ) 為 0.004，因為  $C.R.$  值小於門檻值 0.1，因此，遊客對各評估構面的整合模糊成對比較矩陣具有一致性。

表 4 遊客對各評估構面的整合模糊成對比較矩陣

|                                                                               | $C_1$                 | $C_2$                 | $C_3$                 | $C_4$                 |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| $C_1$                                                                         | (1.000, 1.000, 1.000) | (0.806, 0.979, 1.327) | (1.145, 1.419, 1.881) | (1.239, 1.558, 2.052) |
| $C_2$                                                                         | (0.753, 1.021, 1.240) | (1.000, 1.000, 1.000) | (1.372, 1.838, 2.426) | (1.063, 1.371, 1.885) |
| $C_3$                                                                         | (0.532, 0.705, 0.873) | (0.412, 0.544, 0.729) | (1.000, 1.000, 1.000) | (0.635, 0.948, 1.320) |
| $C_4$                                                                         | (0.487, 0.642, 0.807) | (0.531, 0.729, 0.940) | (0.758, 1.055, 1.574) | (1.000, 1.000, 1.000) |
| $\lambda_{\max} = 4.010; C.I. = 0.003; R.I.(4) = 0.90; C.R. = 0.004 \leq 0.1$ |                       |                       |                       |                       |

#### 步驟二：計算模糊綜合範圍值

將表 4 整合模糊成對比較矩陣的數值經由式(3)至式(6)的運算，可得到每一個評估構面的模糊綜合範圍值。

$$S_{C_1} = (4.190, 4.956, 6.621) \otimes (1/21.055, 1/16.809, 1/13.732) \\ = (0.199, 0.295, 0.456)$$

$$S_{C_2} = (4.188, 5.230, 6.551) \otimes (1/21.055, 1/16.809, 1/13.732) \\ = (0.199, 0.311, 0.477)$$

$$S_{C_3} = (2.579, 3.197, 3.922) \otimes (1/21.055, 1/16.809, 1/13.732) \\ = (0.122, 0.190, 0.286)$$

$$S_{C_4} = (2.775, 3.426, 4.321) \otimes (1/21.055, 1/16.809, 1/13.732) \\ = (0.132, 0.204, 0.315)$$

#### 步驟三：可能度計算

將各評估構面的模糊綜合範圍值經由式(8)的計算，可以得到每對比較構面的可能度。

$$V(S_{C_1} \geq S_{C_2}) = 0.940, V(S_{C_1} \geq S_{C_3}) = 0.1, V(S_{C_1} \geq S_{C_4}) = 1$$

$$V(S_{C_2} \geq S_{C_1}) = 1, V(S_{C_2} \geq S_{C_3}) = 1, V(S_{C_2} \geq S_{C_4}) = 1$$

$$V(S_{C_3} \geq S_{C_1}) = 0.453, V(S_{C_3} \geq S_{C_2}) = 0.417, V(S_{C_3} \geq S_{C_4}) = 1$$

$$V(S_{C_4} \geq S_{C_1}) = 0.560, V(S_{C_4} \geq S_{C_2}) = 0.519, V(S_{C_4} \geq S_{C_5}) = 1$$

步驟四：選取較小可能度

依式(9)和式(10)的條件，選取每一個評估構面的最小可能度，選取結果如下：

$$d'(C_1) = \min V(S_{C_1} \geq S_{C_2}, S_{C_3}, S_{C_4}) = 0.940$$

$$d'(C_2) = \min V(S_{C_2} \geq S_{C_1}, S_{C_3}, S_{C_4}) = 1$$

$$d'(C_3) = \min V(S_{C_3} \geq S_{C_1}, S_{C_2}, S_{C_4}) = 0.417$$

$$d'(C_4) = \min V(S_{C_4} \geq S_{C_1}, S_{C_2}, S_{C_3}) = 0.519$$

因此，可得到權重向量

$$W' = (d'(C_1), d'(C_2), d'(C_3), d'(C_4))^T = (0.940, 1, 0.417, 0.519)^T$$

步驟四：正規化

將權重向量  $W'$  進行正規化後，產生一個正規化之權重向量  $W$ 。

$$W = (d(C_1), d(C_2), d(C_3), d(C_4))^T = (0.327, 0.348, 0.145, 0.180)^T$$

步驟五：計算評估準則權重值

依步驟一至步驟四的執行程序，計算形象行銷 ( $C_1$ )、吸引力行銷 ( $C_2$ )、基礎建設行銷 ( $C_3$ )、民眾行銷 ( $C_4$ ) 四項評估構面下各項評估準則的權重值。

步驟六：計算整體權重值並排名

為比較遊客與居民對基隆城市行銷重要影響因素看法的差異，重覆步驟一至步驟五，計算居民對各項評估構面及其準則的相對權重值，並進行權重值的排名，結果整理如表 5 所示。

表 5 遊民與居民評估構面與準則權重值彙整表

| 權重值<br>評估構面<br>／準則 | 遊客                       |                     |                                    | 居民                       |                     |                                    |
|--------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------------|
|                    | 評估構面<br>權重值 <sup>a</sup> | 評估準則<br>權重值<br>(排名) | 整體評估<br>準則權重值 <sup>b</sup><br>(排名) | 評估構面<br>權重值 <sup>a</sup> | 評估準則<br>權重值<br>(排名) | 整體評估<br>準則權重值 <sup>b</sup><br>(排名) |
| 形象行銷               | 0.327                    |                     |                                    | 0.332                    |                     |                                    |
| 歷史古城               |                          | 0.310(1)            | 0.101(3)                           |                          | 0.274(2)            | 0.091(3)                           |
| 國際化視野              |                          | 0.237(2)            | 0.078(5)                           |                          | 0.304(1)            | 0.101(2)                           |
| 自然與氣候              |                          | 0.179(3)            | 0.059(6)                           |                          | 0.247(3)            | 0.082(5)                           |
| 城市安全               |                          | 0.149(4)            | 0.049(9)                           |                          | 0.152(4)            | 0.051(8)                           |
| 港灣城市               |                          | 0.125(5)            | 0.041(11)                          |                          | 0.023(5)            | 0.008(20)                          |
| 吸引力行銷              | 0.348                    |                     |                                    | 0.284                    |                     |                                    |
| 海岸風情               |                          | 0.297(2)            | 0.103(2)                           |                          | 0.288(2)            | 0.082(4)                           |
| 公園遊憩               |                          | 0.344(1)            | 0.120(1)                           |                          | 0.215(3)            | 0.061(6)                           |
| 在地美食               |                          | 0.242(3)            | 0.084(4)                           |                          | 0.372(1)            | 0.106(1)                           |
| 廟宇祈福               |                          | 0.043(5)            | 0.015(18)                          |                          | 0.043(5)            | 0.012(18)                          |
| 古蹟巡禮               |                          | 0.073(4)            | 0.026(16)                          |                          | 0.082(4)            | 0.023(15)                          |
| 基礎建設行銷             | 0.145                    |                     |                                    | 0.204                    |                     |                                    |
| 基本民生建設             |                          | 0.267(1)            | 0.039(12)                          |                          | 0.094(5)            | 0.019(17)                          |
| 通訊科技建設             |                          | 0.260(2)            | 0.038(13)                          |                          | 0.293(1)            | 0.060(7)                           |
| 研發科學建設             |                          | 0.257(3)            | 0.037(14)                          |                          | 0.181(4)            | 0.037(14)                          |
| 環境品質建設             |                          | 0.223(4)            | 0.032(15)                          |                          | 0.251(2)            | 0.051(10)                          |
| 學術教育建設             |                          | 0.011(5)            | 0.002(20)                          |                          | 0.181(3)            | 0.037(13)                          |
| 民眾行銷               | 0.180                    |                     |                                    | 0.179                    |                     |                                    |
| 富而有禮               |                          | 0.267(3)            | 0.048(10)                          |                          | 0.241(3)            | 0.043(12)                          |
| 友善熱情               |                          | 0.321(1)            | 0.058(7)                           |                          | 0.272(2)            | 0.049(11)                          |
| 公民素質               |                          | 0.277(2)            | 0.050(8)                           |                          | 0.290(1)            | 0.052(9)                           |
| 專業能力               |                          | 0.107(4)            | 0.019(17)                          |                          | 0.130(4)            | 0.023(16)                          |
| 名人知名度              |                          | 0.028(5)            | 0.005(19)                          |                          | 0.067(5)            | 0.012(19)                          |

<sup>a</sup> 個別權重值係指各項評估構面與評估準則的權重係數。

<sup>b</sup> 整體評估準則權重值係指個別評估構面權重值與各項評估準則相乘所得之結果。

## 伍、評估結果分析

### 一、基隆城市行銷評估構面權重分析

由表 5 的評估結果顯示，基隆城市行銷重要影響因素的四項評估構面中，遊客與居民皆一致認同「形象行銷」（遊客權重值 = 0.372；居民權重值 = 0.332）是基隆市推動城市行銷活動過程中，極重要的影響因素。營造基隆市整體且正面的城市形象，可以增加觀光產值和帶動景氣成長，亦能獲得在地居民的熱情參與和高度肯定。因為基隆不但是臺灣與國際接軌的重要樞紐，也擁有悠久且影響臺灣歷史甚鉅之文化古城，更是集漁港、商港、軍港一體的海港城市，是臺灣北部重要的交通門戶。基隆市擁有豐碩觀光資源與文化資產，地方政府相關單位規劃及推展各項大型活動時，一定要能傳達出基隆市優越或特殊的條件，創造獨特的城市形象，有助於提振城市觀光競爭力，吸引大量觀光客，同時也能為在地居民帶來各種便利及正面的影響。

然而，在「吸引力行銷」評估構面的衡量結果卻顯示遊客的重視度遠高於居民之重視度（遊客權重值 = 0.348；居民權重值 = 0.284），由於基隆擁有天然地理之優勢，能提供風景宜人的休憩公園（如：富民親水公園、情人湖公園、八斗子海濱公園等），北海岸明媚風光亦吸引遊客駐足，名聞遐邇的廟口夜市與時鮮海產，更深深擄獲遊客的心。因此，遊客高度認同觀光遊憩資源的吸引力，是規劃與發展基隆城市行銷時，不可或缺的重要一環。此外，衡量結果也可能是在基隆交通旅遊處大力推廣下，提供圖文並茂的觀光旅遊服務資訊網，藉由網路資源即時傳送「發現基隆」旅遊資訊，詳細介紹優質旅遊景點，並舉辦相片徵選活動，使得基隆之城市特質與觀光發展取向，能深植在遊客的心中。

相較於「形象行銷」、「吸引力行銷」、「民眾行銷」等評估構面，遊客認為「基礎建設行銷」對於基隆市的行銷之行影響力較小（遊客權重值 = 0.145）。探究此衡量結果之原因，可能因遊客到訪基隆市主要是以觀光旅遊為主，交通運輸與教育科技雖然是城市的基础建設，也是城市賴以生存和發展的基礎設施，但對遊客而言，較無明顯感受到「基礎建設行銷」是推動基隆城市行銷的重要影響因素。研究結果也顯示，基隆居民認為當地民眾的正面特性與特質未能彰顯，對於現階段之城市行銷活動影響相對有限（居民權重值 = 0.179）。因此，如何提升基隆市民人文素質與專業能力，並展現公民熱情、好客的良好形象，是市府與市民應共同努力之重要課題。

### 二、整體評估準則權重分析

從表 5 整體評估準則權重值的研究結果可看出，對遊客而言，在二十項評估準則中，影響基隆城市行銷最重要前三項評估準則分別是「公園遊憩」（遊客權重值 = 0.120）、「海岸風情」（遊客權重值 = 0.103）、「歷史古城」（遊客權重值 = 0.101）。基隆擁有地理與歷史優勢，提供許多能吸引遊客前來休閒遊憩、欣賞湛

藍海天名勝的絕佳地方，例如利用河岸地形闢建的帶狀親水公園，與海天一色之海岸風光，堪稱為探幽攬勝的最佳去處。此外，基隆也是台灣早期少數古城之一，其歷史足跡帶給遊客與現代都市截然不同之感受，在感動於古蹟文化所具備的歷史價值之餘，更突顯了遊客相當認同基隆「歷史古城」之城市形象。

基隆在地居民衡量城市行銷重要影響因素的整體評估準則時，認為「在地美食」（居民權重值 = 0.106）、「國際化視野」（居民權重值 = 0.101）、「歷史古城」（居民權重值 = 0.091）是基隆城市行銷活動整體規劃上最重要的前三項指標。例如車水馬龍的基隆廟口小吃，熙來攘往的碧砂漁港現撈漁貨，海外遊子一定要帶的李鵠餅店鳳梨酥等，展現出基隆居民非常認同成功的城市行銷推展，一定要串聯城市導覽及特色商圈活動，才能打造城市創意氛圍。而基隆為港口都市，是臺灣五大國際港口之一，也是北部最大的國際商港，地方政府已辦理推廣英語服務標章計畫，並建置旅遊景點的雙語硬體設施，正積極建立國際化旅遊環境，若能再結合地方人文景觀，營造國際化港都與人文古蹟新風貌，提升基隆的國際知名度與好感度，讓更多民眾認識基隆，正是推動城市行銷的大好機會。

另一項值得注意的評估結果是「港灣城市」（遊客權重值 = 0.041；居民權重值 = 0.008），無論在遊客或居民的評比上，皆認為港灣城市的特性對提升基隆城市行銷的能見度，目前影響極為有限。由於經濟景氣的動態變化，加上臺北港之威脅，遊客與在地居民皆表達對港市經濟岌岌可危之憂心，也會連帶影響基隆港灣城市的形象。此外，產業的外移使得人才流失，人口外移現象在基隆也日益嚴重，地方政府勢必要從經濟發展層面，重新思考城市再造工程，規劃完善的海陸運輸系統，吸引各國商輪停泊，再逐步推動基隆港市整合的核心產業（港埠服務業、海洋觀光、休閒餐旅、休閒漁農業），提升城市吸引力與競爭力。

## 陸、結論與建議

### 一、研究結論與管理意涵

本研究應用模糊層級分析法評估基隆城市行銷重要影響因素權重值，並從遊客與在地居民的觀點，瞭解影響基隆城市行銷的重要趨動因素。研究結論與管理意涵，茲分述如下：

#### （一）營造基隆市成為「海洋城市、人文之都」的城市形象

從研究結果中，不論對遊客或當地居民而言，如何建構基隆市整體城市形象，是現階段刻不容緩的努力目標。由於海洋城市的風貌是基隆市得天獨厚的特色，再加上過去所遺留下來的歷史古蹟風貌、以及特屬海洋風情的生態自然景觀等特性，皆是營造基隆市成為「海洋城市、人文之都」之城市形象的重要基礎。因此，建議基隆市政府相關單位，在建構基隆市整體城市形象時，應從多元化的面向來

考量基隆在地化風情之獨特形象，結合海洋城市的品牌形象、海洋生態的自然景觀、歷史人文風情等特性，藉由城市形象行銷與創意體驗的方式，成功行銷推廣基隆海洋城市的品牌形象，進而發展成為國際化海洋觀光城市。

## (二) 推廣地方觀光產業，吸引遊客目光

研究結果顯示，遊客認為基隆市的吸引力行銷，是影響城市行銷與發展的重要關鍵要素，尤其在公園遊憩、海岸風情、在地美食等方面的休閒觀光功能，能連動性地帶動大量的觀光人潮，促成基隆觀光產業的整體發展。因此，本研究建議旅遊業者在規劃基隆深度之旅或主題旅遊套裝行程時，可以針對基隆所擁有山、海、河、港的豐饒觀光資源，以及豐沛之人文觀光資源，開發多元的休憩觀光路線，如基隆港周邊碼頭古蹟及商業區的環港人文遊憩、基隆北部天然海岸線的濱海與海港遊憩系統、往宜蘭縣鐵路週邊的暖暖溪谷遊憩帶、瑪陵坑溪及友蚋溪流域山區的休閒農業遊憩區，吸引更多的國內外遊客，以及文化愛好者前來參觀與研究，期能滿足遊客休憩、觀光、認識基隆文化等不同的需求。

## (三) 擁有無價的歷史文化資產

本研究也發現，遊客和在地居民皆認同基隆擁有深厚的歷史文化內涵，集結各級古蹟，見證港都曾走過的歷史歲月與烽火滄桑的珍貴文化遺產。然而，具有歷史性之宗教薪傳活動（如：廟宇祈福、古蹟巡禮），遊客和在地居民卻未明顯感受到各項的宗教薪傳活動，是現階段基隆城市行銷活動的重要指標之一。尤其值得注意的是，研究結果顯示最能代表歷史傳承之史蹟見證與宗教信仰，並未產生同樣重要的城市吸引力，此結果可以推論，基隆市政府相關單位對於喚起廟宇古蹟記憶、宣揚人文信仰文化，能結合古蹟人文與廟宇祈福活動，所規劃出的古蹟巡禮人文文化訴求，目前仍有很大的努力與發展空間。

為了祈求風調雨順，民間宗教信仰在港口文化佔有很重要的一席之地，基隆市政府相關單位應重視或補助宗教民俗文化的推廣活動，珍視這項重要的民俗文化資產，以符合歷史古城之文化風貌。基隆市重要的廟宇祭典活動，如中元普渡放水燈活動名聞全台，可媲美臺南蜂炮、平溪放天燈等富含人文風俗慶典。因此，本研究建議基隆市政府相關單位，應積極結合基隆境內各廟宇特色，加強推廣宗教文化活動，重視歷史古蹟保存與宗教之勸化匡正，才能再現古城風華，為港都注入行銷新動力，以利發展基隆觀光產業。

## 二、研究限制與未來建議

首先，本研究分析案例是以基隆市為主，後續的研究者可將範圍擴大至其城市或地區，以探討臺灣其他城市是否因為人口密集度、文化風俗，或天然資源等不同條件，而會產生不同之競爭優勢與行銷策略。亦可對國外城市進行評估，藉以比較國內、外城市，推動城市行銷重要影響因素之差異性。其次，本研究以隨機性方式，調查遊客與居民對基隆市城市行銷因素之重要性排列，建議未來可加入公部門之角色，探討並瞭解地方政府對於推動城市行銷重要影響因素之認知，

以深化樣本資料之周延性，以及針對供給與需求間不同觀點進行深入探討和比較。另外，本研究所建構基隆市城市行銷重要影響因素層級架構，其內容是城市行銷相關文獻的彙整與分析所得。後續研究者可利用質化的專家深度訪談，或量化的問卷調查，來強化城市行銷重要影響因素評估模式的完整性。最後，本研究應用模糊層級分析法中的範圍分析法，建構出本研究架構與計算評估者之權重值，期望後續研究者針對本研究議題，應用其他方法論來對城市行銷重要影響因素進行權重衡量，以提昇研究議題之客觀性。

## 參考文獻

1. 汪明生、馬群傑，(2006)，地區行銷理論與實踐：公共事務管理觀點，臺北：巨流圖書股份有限公司。
2. 林博文，(2001)，從地區行銷論城市形象的塑造管理-以新竹市的治理模式為例，海峽兩岸公共管理學術研討會。
3. 郭幸福，(1999)，都市整體形象及行銷通路之研究，國立成功大學都市計劃研究所碩士論文。
4. 游竣鴻，(2008)，以 IMD 國家競爭力年報評估台灣基礎建設發展，國立交通大學土木工程學系碩士論文。
5. 黃義俊、劉鎮國、許維真，(2012)，高雄亞洲新灣區的發展策略：從城市行銷的觀點，城市發展，13，27-43。
6. 鄧振源、曾國雄，(1989a)，層級分析法(AHP)的內涵特性與應用(下)，中國統計學報，27(7)，13767-13870。
7. 鄧振源、曾國雄，(1989b)，層級分析法(AHP)的內涵特性與應用(上)，中國統計學報，27(6)，13707-13724。
8. Alhroot, H. & Alalak, B. (2010). An evaluation of the main critical success factors of tourist destination marketing. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, 1(12), 315-330.
9. Ashworth, G. J. & Voogd, H. (1994). *Selling the city: marketing approaches in public sector urban planning*. London: Belhaven Press.
10. Chang D. Y. (1992). *Extent analysis and synthetic decision*. Singapore: World Scientific.
11. Chang, D. Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649-655.

12. Csutora, R. & Buckley, J. J. (1965). Fuzzy hierarchical analysis: the Lambda-Max method. *Fuzzy Sets and Systems*, 120(2), 181-195.
13. Ekinici, Y. (2003). An investigation of the determinants of customer satisfaction. *Tourism Analysis*, 8(2), 193-196.
14. Gotham, K. F. (2002). Marketing Mardi Gras: commodification, spectacle and the political economy of tourism in New Orleans. *Urban Studies*, 39(10), 1735–1756.
15. Ishii K. & Sugeno M. (1985). A model human evaluation process using fuzzy measure. *International Journal of Man-Machine Studies*, 22(1), 19-38.
16. Kotler, P., Hamlin M. A., Donald I. & Haider, D. H. (2002). *Marketing Asian places : attracting investment, industry, and tourism to cities, states, and nations*. Singapore: John Wiley and Sons.
17. McKee, D. & Wang, G. (2006). Economic versus social exchange in marketing places: an empirical study among manufacturing firms. *Journal of Business Research*, 59(4), 397-406.
18. Ronan, P. (1992). Decoding decentralisation: the marketing of urban local power? *Urban Studies*, 36(1), 107-119.
19. Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process*. New York : McGraw-Hill.
20. Van Den Berg, L., Braun, E. & Alexander, H. J. (2002). *Sports and city marketing in European cities*. Rotterdam: Ashgate.
21. van Limburg, B. (1998). City marketing: a multi-attribute approach. *Tourism Management*, 19(5), 475-477.
22. Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets, *Information and Control*, 8, 338-353.

# **The Study for Importance of City Marketing— A Case Study of Keelung City**

Hsiu-Fen Lin    I-Heui Yeh

## **ABSTRACT**

Based on the city marketing perspective and customer-oriented behavior, the study attempts to figure out the critical factor of Keelung city marketing development. According to the collected and analyzed city marketing literature, this study develops four evaluation dimensions of Keelung city marketing, including image marketing, attraction marketing, infrastructure marketing, and people marketing. Then it comes out twenty criteria of four dimensions for Keelung city marketing. By using fuzzy analytic hierarchy process (FAHP), this study develops a fuzzy evaluation model of Keelung city marketing, taking tourists and residents as the example, comparing relative-weights by applying four evaluation dimensions and its criteria of fuzzy evaluation model. The results indicated that tourists considered “attraction marketing” to be the most important factor affecting Keelung city marketing. Moreover, residents weighted “image marketing” as the most important factor affecting Keelung city marketing. The results also prove the feasibility and practicality of the fuzzy evaluation procedure on Keelung city marketing proposed by this study. The fuzzy evaluation model will help governments and tourism industries to facilitate tourism promotion and marketing, and provide an important reference for improving traveling services.

**Keywords : City Marketing, Keelung, fuzzy analytic hierarchy process, importance analysis**