

# 國內 民間航空産業 技術水準 豫測

金聖培\*, 黃圭承\*\*

## Abstract

In the classical research, technological forecasting was used in the field of substitution of a new technology product for a old in the developed countries. But in the developing or underdeveloped countries, more interested in the forecasting of technological level in certain industry than technological forecasting in certain product. This article shows the forecasting method of technological level by using a procedure of AHP(Analytical Hierarchy Process). With the historical data of the technological levels in the Korean Civil Aerospace (KCA) industry using AHP questionnaire, the Gompertz curve was used to forecast the technological levels of KCA industry.

## I. 序 論

企業의 企劃活動 段階에서 企業이 속해있는 産業分野의 技術이 어느정도의 發展趨勢로 계속적으로 발전할 것인지를 豫測할 수 있다면 보다 正確한 經營意思決定을 세울 수 있게 된다. 일반적으로 使用되는 計量的인 技術豫測方法으로는 趨勢的 外插法이 있으며 이 方法은 지금까지 주로 新技術을 利用한 製品의 既存 製品 代替時期 豫測에 使用되어져 왔다. 그러나 開發途狀國이나 後進國에서의 技術豫測에 대한 관심은 革新的인 新製品의 出現時期 豫測보다도 現在 先進國에서 開發하여 使用하고 있는 製品이 自國에서 어느정도 水準으로 生産할 수 있으며 向後 어느정도의 기간이 지나면 自體 開發이 可能할 것인지에 더 關心을 갖게 되는 것을 볼 수 있다.

따라서 本 研究에서는 開發途狀國 또는 後進國에서 關心의 對象이 될 수 있는 産業의 技術水準 測定 및 豫測에 관한 方法論을 提示하고, 이 方法論을 國內 民間航空産業에 適用함으로서 그 應用을 보이하고자 한다.

\* 韓國國防研究院 先任研究員

\*\* 高麗大學校 經營大學 教授

## II. 理論的 背景

Pearl의 成長曲線 模型은 일반적으로 로지스틱 곡선( logistic curve )라고 일컬어지는 成長曲線 模型의 기본식으로 표시된다. 이 곡선은 Raymond Pearl이 생물기관의 성장에 관한 연구에서 찾아낸 곡선으로 (1) 식과 같이 표시된다.

$$Y = \frac{L}{1 + \alpha e^{-\beta t}} \quad (1)$$

Gompertz曲線은 Benjamin Gompertz가 사망율에 대한 규칙을 연구하면서 고안해 낸 曲線으로 현대에 와서 이 곡선이 많이 이용되고 있다. Gompertz 曲線의 식은 (2)식과 같이 표시된다.

$$Y = L \cdot e^{-G \cdot e^{-kt}} \quad (2)$$

위에서

Y = t시점까지 달성된 기술변수

L = 기술능력수준의 상한값

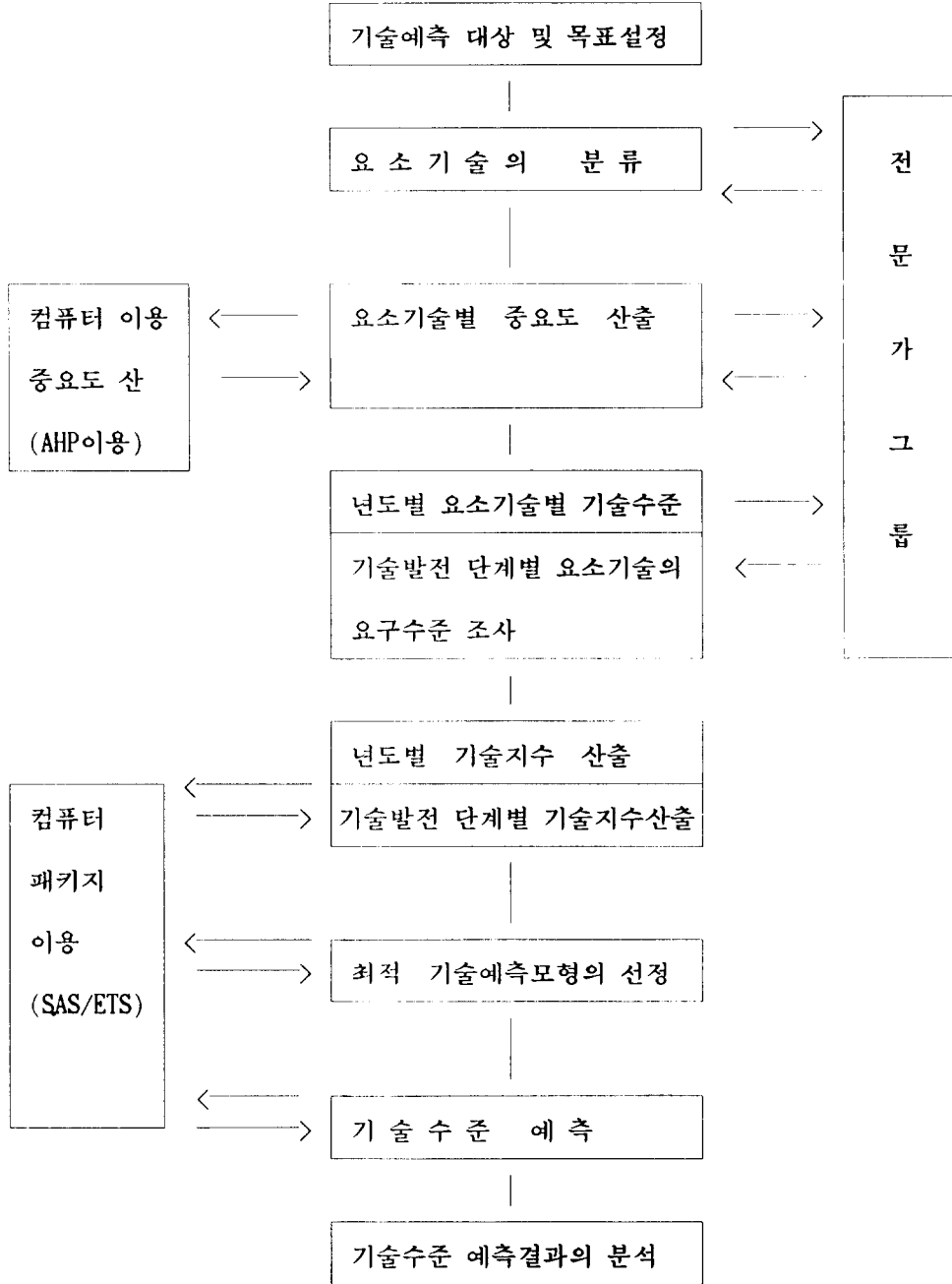
t = 시간

$\alpha, \beta$  (  $\alpha, \beta > 0$  ), G, k (G, k > 0) = 모형의 모수

Pearl의 成長曲線과 Gompertz 曲線에서 보면 음의 무한대에서 0의 값을 가지며 양의 무한대에서 L의 값을 갖게 되며, Pearl의 成長曲線 模型은 L/2 시점에서 변곡점이 나타나게 되나 Gompertz 成長曲線 模型은  $Y = L/e$  이 나타내는  $t = (\ln G) / k$  시점에서 변곡점을 갖게된다. 따라서 Pearl곡선은 변곡점에 대하여 대칭이나 Gompertz 曲線은 變曲點에 대하여 非對稱적인 曲線形態가 되며 변곡점까지는 급격히 증가하고 변곡점이 지난후는 증가율이 둔화되는 비 대칭적인 특성을 갖는다.

### Ⅲ. 技術水準 測定 및 豫測模型

#### 1. 技術水準 測定 및 豫測模型의 節次

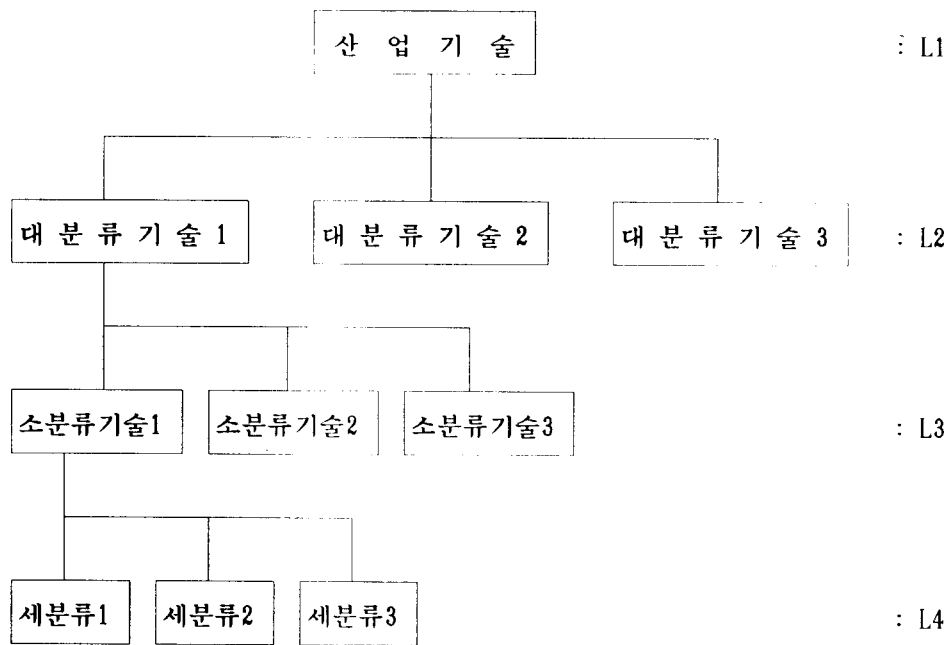


〈그림 1〉 技術水準 豫測模型의 開發節次 흐름도

## 2. 技術水準測定을 위한 要素技術 分類方法

技術水準을 豫測하기 위한 時系列資料를 획득하기 위하여는 산업의 要素技術을 분류할 需要가 있다. 产业에 需要한 要素技術은 技術分類의 기준에 따라서 技術을 계층적으로 파악하면 技術分類의 복잡성을 극복할 수 있게 되는데 이러한 階層分類는 Thomas L.Saaty의 階層的 分化 (decomposition) 方法을 이용한다.

階層分析에 의한 产业의 要素技術을 分類하는 方法은 〈그림 2〉와 같다.



〈그림 2〉 产业의 要素技術 分類方法

## 3. 年度別/技術發展 段階別 技術水準測定과 技術指數化 方法

### 1). 年度別 技術水準測定

時系列資料의 獲得은 特定产业의 技術을 階層的인 分類方法으로 분류하여 要素技術로 나눈다음 要素技術별 과거의 技術水準을 파악하여 얻게된다. 과거의 技術水準을 파악하기 위한 설문은 과거의 技術水準에 대한 設問을 통하여 同一产业 分野에 종사하고 있는 전문가들로 부터 얻을 수 있다.

따라서 이러한 設問의 資料가 과거의 特定産業技術에 대한 技術水準의 파악에 사용될 수 있으며 동시에 미래의 産業技術 水準을 豫測하는데 基礎資料로서 이용되는 것이다. 産業技術의 水準을 파악하기 위하여 分類된 要素技術들간의 重要도를 AHP 기법을 이용하여 산출하고, 이들 산출된 중요도를 고려한 과거 일정시점에서 要素技術들의 技術水準을 알 수 있으면 , 과거 特定時點에서의 技術水準을 지수화할 수 있게 된다. 과거 자료에 대한 技術指數化는 <표 1>과 같다.

(표 1) 年度別 技術指數化를 위한 技術水準 測定表

산업기술	중요도	70	75	80	85
A. 大분류기술 1	$W_1$				
a. 中분류기술 11	$W_{11}$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$	$X_{14}$
b. 中분류기술 12	$W_{12}$	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{23}$	$X_{24}$
c. 中분류기술 13	$W_{13}$	$X_{31}$	$X_{32}$	$X_{33}$	$X_{34}$
B. 大분류기술 2	$W_2$				
a. 中분류기술 21	.	.	.	.	.
b. 中분류기술 22	.	.	.	.	.
c. 中분류기술 23	$W_{23}$	$X_{31}$	$X_{32}$	$X_{33}$	$X_{34}$
년도별 기술 수준		$\sum W_{ij} \cdot X_{i1}, \sum W_{ij} \cdot X_{i2}, \sum W_{ij} \cdot X_{i3}, \sum W_{ij} \cdot X_{i4}$			

위의 예에서는 産業의 技術을 1단계에서는 大분류로 分類하고 2단계는 大 分類된 技術마다 中분류로 分類하여 産業의 全般的인 技術을 표시한 것이다. 技術水準을 綜合하는 方法은 아래와 같다.

$$\begin{aligned}
 X_t &= \sum W_{ij} \cdot X_{tij} \text{ 이고 ,} \\
 X_{tij} &= \sum W_{jk} \cdot X_{tjk} \text{ 이면,} \\
 X_t &= \sum W_{ij} \cdot X_{ij} \\
 &= \sum W_{ij} (\sum W_{jk} \cdot X_{tjk}) \\
 T_{it} &= X_t / X_{\max} \tag{3}
 \end{aligned}$$

여기에서

$X_t$  = t년도 기술 수준

$W_{ij}$  = i단계에서 j 단계의 기술분류에 의한 기술별 중요도

$X_{tij}$  = i단계에서 j 단계의 기술 분류에 의한 t 년도의 기술 수준

$W_{jk}$  = j 단계에서 본 k 단계 기술 분류에 의한 기술별 중요도

$X_{tjk}$  = i단계에서 본 k 단계의 기술 분류에 의한 t년도 기술 수준

$X_{max}$  = 모든 기술수준이 최적인 상태

$T_{it}$  = t년도 기술지수

## 2). 産業 發展 段階別 技術 指數化

時系列 技術水準 資料를 이용하여 技術水準을 예측했다하여도 技術指數에 대하여 의미를 부여하지 못하게 되면 特定技術 水準이 産業의 어느 정도의 發展段階를 암시하고 있는지 알 수 없게 된다.

따라서 技術水準을 지수화하면 技術指數에 따른 의미를 해석할 수 있는 參考資料가 필요하게 되며 이러한 參考指針을 제공하는것이 바로 産業技術水準의 發展段階別 技術指數化이다. 産業技術水準의 발전단계별 技術指數化도 時系列 資料의 技術指數化와 동일한 방법을 사용한다. 다만 年度別 技術水準을 단계별로 요구되는 技術水準으로 바꾸어 표시하도록 한다.

〈표 2〉 産業 發展段階別 技術指數化를 위한 技術水準 測定表

산업기술	중요도	단순조립단계	면허생산단계	설계개발단계 ..
A. 대분류기술 1	$W_1$			
a. 중분류기술 11	$W_{11}$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$
b. 중분류기술 12	$W_{12}$	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{23}$
c. 중분류기술 13	$W_{13}$	$X_{31}$	$X_{32}$	$X_{33}$
B. 대분류기술 2	$W_2$			
a. 중분류기술 21	$W_{21}$	.	.	.
b. 중분류기술 22	$W_{22}$	.	.	.
c. 중분류기술 23	$W_{23}$	$X_{n1}$	$X_{n2}$	$X_{n3}$
기술발전 단계별 기술수준		$\sum W_{ij} \cdot X_{i1},$	$\sum W_{ij} \cdot X_{j2},$	$\sum X_{ij} \cdot X_{k3}, \dots$

따라서 기술단계별 기술지수

$$T_{ik} = \frac{\sum W_{ij} \cdot X_{ik}}{\sum W_{ij} \cdot X_{max}} \quad (4)$$

여기에서

$T_{ik}$  = k 단계의 기술지수

#### N. 模型의 適用

模型의 適用은 國內航空産業의 技術水準 豫測에 利用하였는바 (표 4) 의 實測值를 時系列 資料로 하여 豫測하였으며 豫測模型은 Gompertz 模型을 利用하였다. (표 3) 참조.

航空機의 技術水準을 파악한 결과 50인승 民間航空機를 기준으로 할때 현재 製作/組立技術은 국산화율 30% 정도로 組立免許 生産이 가능한 수준으로 파악되었다. 설계개발기술중 設計技術은 국산화율 30% 정도의 免許組立 生産이 가능한 정도의 技術를 확보하고 있으며, 또한 試驗評價 技術역시 국산화율 30% 정도의 免許生産이 가능한 技術水準을 확보한 것으로 판단된다.

우리나라의 航空産業이 발전하기 위하여는 모든 기술이 어느 정도의 軌道에 올라서야 항공기의 설계개발이 가능하다고 볼때 설계개발이 가능한 시기는 항공기의 生産기술 분야에서는 약 2005년 정도이면 현 선진국 수준의 80.2% 수준을 달성할 것으로 예측되나, 試驗評價技術과 設計技術이 각각 2010년도에나 선진국의 76.5%와 74.9%를 달성할 수 있어 50석급 기준 민간항공기를 우리의 기술로 개발하기에는 앞으로도 20년 이상의 技術蓄積이 요구된다고 하겠다.(표 4 참조)

〈표 3〉 Pearl 曲線과 Gompertz 曲線의 豫測結果 比較

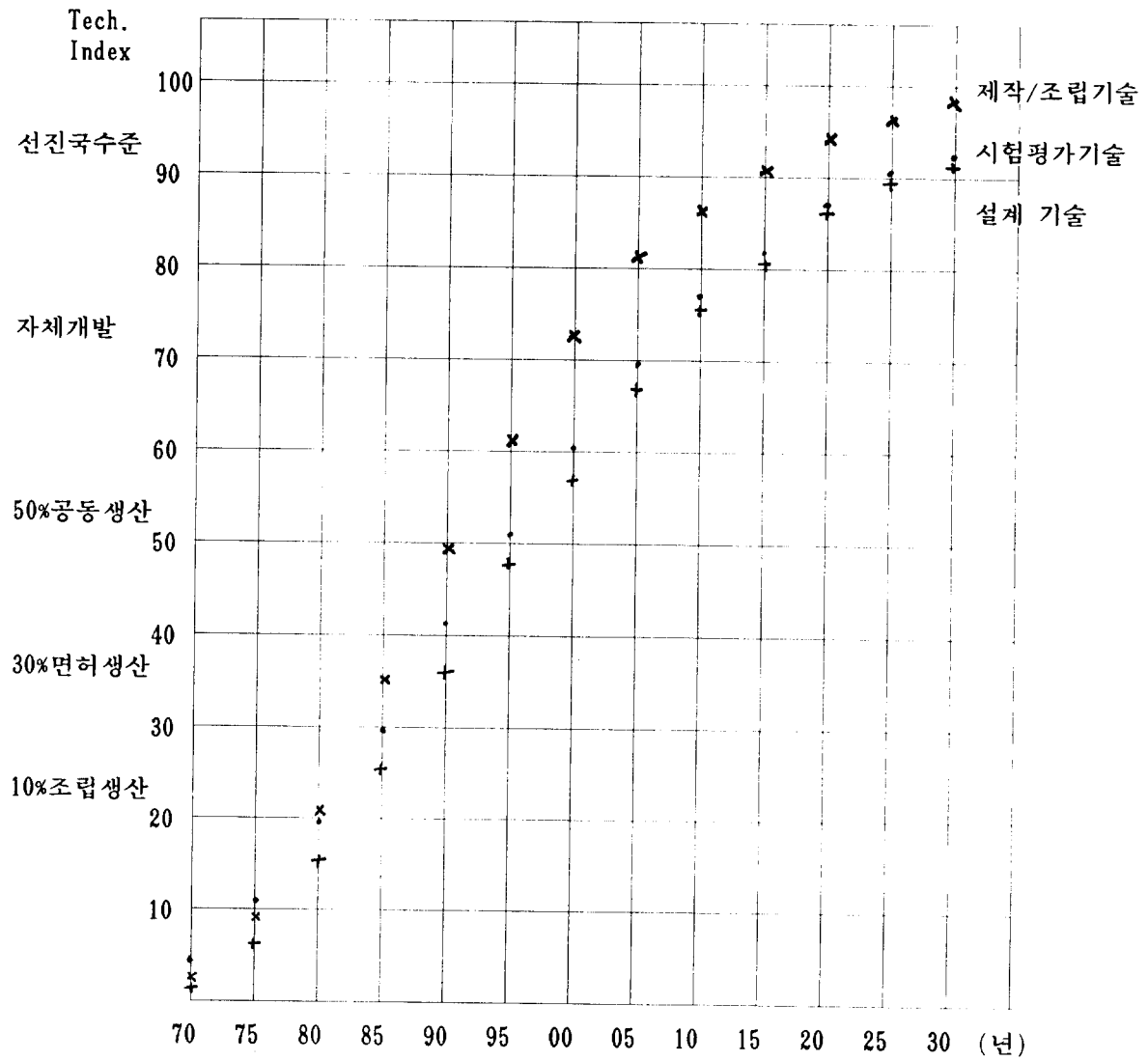
모형의 종류	MSE	RMSE	R-square	Fit Error
Pearl	2.7676	1.288	0.9904	0.190
Gompertz	0.305	0.428	0.9989	0.056

<표 4> 民間 航空機 全般的인 技術水準 測定 및 豫測 (50석급 기준)

기술분야 (중요도)	실 측 치					예 측 치							
	70	75	80	85	90	95	00	05	10	15	20	25	30
1. 민항기 제작/조립 (0.142)	3.5	8.4	22.0	35.5	48.1	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.3	9.9	20.9	34.7	48.9	61.6	72.1	80.2	86.1	90.4	93.4	95.5	96.9
기술의 중요도: 0.142					RMSE: 0.968								
2. 민항기 설계기술 (0.429)	2.1	6.5	13.9	24.9	34.9	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.4	6.7	14.0	24.0	35.4	47.1	57.8	67.2	74.9	81.0	85.8	89.5	92.2
기술의 중요도: 0.429					RMSE: 0.505								
3. 민항기 시험/평가 (0.429)	5.6	9.5	20.3	28.6	41.2	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.7	10.6	19.1	29.6	40.7	51.6	61.4	69.8	76.7	82.2	86.6	89.9	92.5
기술의 중요도: 0.4329					RMSE: 0.940								
민간 항공 산업 기술수준 (1.00)	3.8	8.1	17.8	28.0	39.8	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.5	8.8	17.3	28.0	39.9	51.4	61.8	70.6	77.7	83.4	87.7	90.9	93.3
기술의 중요도: 1.00					RMSE: 0.429								

- 주 1) 기술지수 22 : 10 % 국산화, 단순조립 생산 가능
- 2) 기술지수 38 : 30 % 국산화, 면허생산 가능
- 3) 기술지수 55 : 50 % 국산화, 국제공동생산 가능
- 4) 기술지수 75 : 70 % 국산화, 독자설계개발 가능
- 5) 기술지수 91 : 90 % 국산화, 선진국수준 설계개발 가능





<그림 3> 民間航空産業 技術水準豫測(50석급)

## V. 結 論

本 研究에서는 航空産業의 技術水準 및 豫測을 定量的方法으로 接近할 수 있는 技術水準 指標化 方法 및 그 節次를 開發하였다. 技術水準 指標化 方法은 技術水準의 測定對象을 設定하고, 技術水準 測定 對象에 所要되는 技術을 階層的인 分化에 의하여 大分類, 中分類, 細部分類로 分類한 다음, 分類된 各 技術을 專門家에 의한 二元比較의 設問으로 設問하고, 設問된 結果는 階層分析過程(AHP)을 이용하여 各 技術別 重要度を 算出하였다. 過去 年度別 技術水準의 測定은 細部分類 技術水準의 各 技術에 대하여 專門家에 대한 設問으로 各 技術水準을 調査하고, 階層分析過程으로 算出한 各 要素技術別 重要도를 고려하여 加重平均함으로서 過去の 技術水準을 指標化하였다. 航空産業技術水準豫測에서는 指標화된 技術水準을 時系列資料로 利用하여 成長曲線模型에 適用하므로써 未來의 技術水準을 豫測하였다.

航空産業 技術水準 豫測을 위하여 航空産業技術을 製作/組立技術, 設計技術, 試驗評價技術의 세가지 技術로 分類하여 設問한 結果 各 要素技術의 重要도는 製作/加工技術의 重要度 14.2%, 設計技術의 重要度 42.9%, 試驗評價技術의 重要度 42.9%로 測定되었다.

50인승 民間 航空機를 대상으로 國內 航空産業의 技術水準을 예측한 결과 現在의 技術水準은 30% 국산화로 免許生産이 가능한 技術水準으로 評價되었고 97년 정도까지는 50% 정도의 국산화를 달성하여 國際 共同生産이 可能한 程度의 技術水準이 蓄積될것으로 豫測되었다. 특히 獨自設計開發이 可能한 水準으로 國內 航空産業 技術이 發展되기 위하여는 2010년 程度까지 꾸준히 技術이 蓄積되어야 可能하며 先進國水準의 技術水準을 確保하기 위하여는 2025년 以後에나 可能할것으로 豫測되었다.