

□ 特 講



工學博士
金 燠 喆
(韓國機械研究所)

機械 기술의 發展方向과 研究 기관의 育成方案

1. 序 言

全 産業分野 중 기계분야는 經濟·産業·社會 그리고 文化에 이르기까지 직접·간접으로 미치는 영향이 다른 어느 分野보다 클 뿐더러 앞으로 우리나라 經濟·産業의 成長을 위해 그 중추적 역할이 期待되고 있다. 그러나 우리나라는 産業構造의 측면과 技術開發 측면에서 해결해야 할 課題가 산적해 있다.

이러한 상황에서 우리나라 기계산업의 현 위치를 재 점검하여 照明하고, 앞으로의 發展方向을 모색하는 것도 기계산업육성에 一助가 되리라고 期待하면서 우리나라 機械기술의 발전을 위해 어떻게 대응하는 것이 바람직한가에 대한 내용을 중심으로 서술해 본다. 먼저 中心內容에 들어가기 앞서 우선 機械技術이 갖는 특징과 最近의 開發方向을 살펴보고 우리나라 機械技術의 현 위치를 개괄적으로 評價해 본 후 주어진 主題의 焦點인 기계기술의 발전과 연구관련기관의 育成方案에 대하여 所見을 제시하고자 한다.

2. 機械技術의 特徵과 開發動向

機械製品 또는 機械技術에는 다른 産業製品 또는 技術과는 다른 특이한 특징들이 많이 있다. 이러한 특징들에 대하여 우리들은 평소 이해하고 있으면서도 그 重要性에 대하여 간과하기 쉬우며 政策을 수립하는 경우에 역시 特徵의인 면을 덜 憵요시함으로써 政策的 비중이 오히려 弱화될 가능성이 있다. 機械製品이나 機械技術은 첫째로 産業연관성이 가장 두드러지는 特徵을 갖고 있다. 그리고 이 연관성은 다른 産業으로부터 받는 것이 아니라 他産業에 큰 영향을 주는 측면을 갖고 있다. 機械가 生産財이기 때문이다. 그런데 化學工場이든 bolts·너트工場이든 공장을 건설하려면 設備投資와 利潤을 비교하여 결정하게 되고 投資되는 設備는 性能과 가격을 고려하여야 한다. 우수한 성능을 갖고 동시에

相對적으로 低廉한 가격의 設備를 선택하는 것이 최선이며 이 경우에 工場의 이익이 그만큼 크게 될 것이다. 여기서 機械의 성능과 가격은 바로 技術의 函數라 할 수 있다. 우리가 技術을 보유하지 못하는 한 우수한 性能과 低廉한 가격의 機械製品은 生産할 수 없으며, 따라서 輸入에 의존하게 될 것이다. 만일 性能이 낮은 機械를 사용할 경우에 여기서 生産되는 製品은 競爭力을 잃게 될 것이다. 機械産業이나 技術정책 결정과정에서는 機械의 이러한 연관성에 대한 加重價를 반드시 부여하여야 할 것이다.

둘째로, 機械는 生産性的 決定要素라는 특징이 중요하다.

生産性を 결정하는 要素에는 여러가지가 있지만 勞動生産性만을 고려할 때 기계의 加工速度增加와 生産시스템의 自動化 등은 우리에게 필연적인 課題이며, 工場自動化 (Factory Automation)를 목표로 하는 이 技術의 발전여부는 우리나라의 거의 모든 산업의 國際競爭力을 向上시키기 위한 매우 중요한 課題로 등장해 있다. 이 技術은 전통적인 機械技術에 電子와 컴퓨터技術이 複合된 것이지만 역시 機械技術이 軸이라 할 수 있다.

미국이 서독이나 일본의 産業生産성에 비해 낮은 것은 지난 70년대 이후 生産라인의 自動化水準에서 그 이유를 찾는 專門家들이 많다.

예를 들면, 1985년 日本産業에서의 로봇트 보급대수는 약 27,000대인데 비하여 미국은 약 15,000대 수준이다.

生産自動化는 機械産業에서 최근의 가장 특징적인 技術혁신이라 할 수 있으며, 先進國에서는 현재 CAD/CAM과 FMS 도입이 활발히 진전되고 있고 90년대에는 CAD/CAM기술을 바탕으로 未來型工場을 지향하는 CIM(Computer Integrated Manufacturing) 技術개발과 현장도입이 이루어질 것으로 예측하고 있다.

세째로, 機械製品과 技術에서의 중요한 特徵中的 하나는 技術의 複合성과 시스템指向性이라는 점이다.

과거에는 대체로 금속을 단순가공하여 單位機械製品을 만드는 것이 機械産業의 중추적인 構造였다. 그러나 시간이 경과할수록 機械製品들은 성능과 기능을 高度化하기 위하여 컴퓨터·電氣·電子·化學 등 주변기술과의 複合度가 보다 증대되고 있고 새로운 材料의 응용이 급속히 進展되는 추세이다.

또한 航空機·船舶·海洋構造物·鐵道車輛·加工設備 등의 시스템製品들은 보다 다양하고 보다 복잡한 構造를 갖는 高度의 시스템設計·엔지니어링을 지향하고 있다. 이러한 技術을 개발하기 위해서는 大型프로젝트를 추진할 수 있는 組織이 필요하며, 先進國에서는 국가정책적으로 國立研究機關을 중심으로 企業과 공동의 開發努力을 경주하고 있다.

네번째의 特徵은 技術의 發展速度가 상대적으로 완만하고 장기간을 요하는 점이다. 電子技術·精密化學技術과 같이 研究開發結果가 工業화와 直結되는 특성과는 달리 기계분야는 어떤 제품 기술이든지 간에 要素技術·設計엔지니어링技術·生産技術·試驗評價技術 등이 한데 어울려 최종적으로 試作品이 개발되고 그 결과에 따라 보나온 設計·生産엔지니어링을 반복한다. 어떤 면에서는 무수한 失敗를 통하여 향상되는 技術이라 할 수 있다.

마지막으로 중요한 特徵中的 하나는 機械産業은 특정산업 또는 戰略産業을 선택하기가 가능하고 또한 必要하지만 機械技術은 그와 다르다는 점을 들 수 있다. 工作機械·엔진·自動車·船舶 심지어 펌프를 설계·제작하기 위해서는 設計데이터를 주는 構造力學·動力學·振動과 같은 要素技術이 기본적으로 필요하고 金型·鑄造·加工·熔接·表面處理·測定·試驗 등 生産要素 技術이 반드시 필요하다.

따라서 技術開發을 통하여 그 수준을 향상시키려면 광범위한 모든 要素技術에 대하여 끊임 없이 研究投資를 하여야 하며, 이러한 技術의 發展速度는 研究機關과 大學에 대한 研究費 및 研究施設投資와 비례하는 것이 일반적인 例이다.

3. 우리나라 機械技術의 位置

1972년 重化學工業化 정책이 戰略적으로 추진된 이래 우리나라 機械工業은 놀라운 속도로 發展을 이루어 왔다. 工業의 측면에서 보면 우리나라의 機械産業構造는 선진공업국에서 개발·생산하고 있는 製品類의 工業形態를 갖추고 있다. 工作機械·自動車·船舶·鐵道車輛·熱流體機械·原子力設備·製鐵製鋼設備·石油化學設備産業 등이 이미 가동되고 있으며 輸入代替나 輸出에서 중요한 기여를 하고 있는 것이 사실이다. 그리고 高度技術의 복합체인 航空機産業 역시 산업의 한 형태로 발전되고 있는 단계에 와 있다. 우리 모두 주지하고 있다시피 이러한 工業化의 상황은 바로 우리나라의 機械産業能力이나 실질적인 技術開發力을 의미하는 것은 아니다. 技術에 대한 需要는 거의 대부분 技術導入에 의존하여 왔고 아직도 우리는 先進工業國들이 70년대 이전에 開發·實用化한 技術의 모방이 주류를 이루고 있다.

換言하면, 우리나라의 機械産業에서는 工場建設이라는 公營化의 進展速度는 지난 수십년동안 놀라운 發展을 이룩하였지만 技術의 進展速度는 公營化의 進展速度를 따르지 못하였다. 기계기술의 屬性이 빠른 시일내에 급속한 발전을 이루지 못하는 점을 고려하여 당연한 狀況이라 할 수 있다.

최근 우리나라의 機械關聯 기술수준을 평가한 몇가지 지표를 보면 先進國과의 격차는 매우 큰 것으로 나타나고 있다.

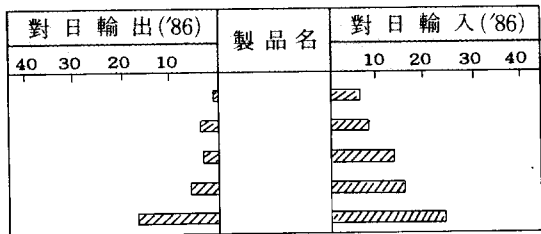
예를 들면, 勞動生産性은 선진국의 약 3분의 1 수준이며 같은種類의 機械製品 수출단가는 輸入單價의 3분의 1에 해당되고 있다. 그리고 國產乘用車 엔진의 國產部品 사용비율은 약 40% 水準에 머물고 있다. 즉 機械의 設計·엔지니어링, 生産技術, 試驗評價技術 등 대부분이 선진국과 현격한 격차를 가지고 있는 것이 사실이며 輸入되고 있는 機械類·部品들을 分析해 본 결과 상당부분이 국내에서 개발·생산이 어려운

高機能·複合技術 제품들이 밝혀지고 있다.

〈표 1〉 先進國과의 技術水準比較

測 定	指 標	우리나라	先進國
生産性	相對比較	1/3	1
輸出品平均單價	弗 / 噸	600	2,000
에너지消費效率	백만TOE/10億弗	0.67	0.32
産業設備自給率	相對比較	40	100
設計技術水準	相對比較	30~40	100
自動化機器普及率	相對比較	1/20	1

〈표 2〉 對日 輸出·入 單價比較



〈표 3〉 우리나라 乘用車의 國產部品使用比率

(單位: 百萬弗, %)

區 分	輸入類'86	國產部品使用比率
·엔진 부품	132.6	35.3
·驅動·傳達 및 操縱裝置部品	103.7	55.8
·懸架, 制動裝置部品	30.5	78.5
·車體部品	7.8	95.7
·電裝部品	38.8	85.2
·其他用品 및 塔載工具	12.7	87.3
計	326.1	73.0

(機械研 推定)

이와같이 技術的인 요인에 의하여 輸入되고 있는 機械類·部品는 1987년도에 약 157億弗에 이르고 있음이 밝혀졌다. 2년전 産業研究院에서는 2000年度 우리나라의 機械製品輸出(自動車·造船 포함)은 總輸出의 32%인 약 740億弗로 전망한 바 있다. 이것은 그러한 규모의 수출이 달성되어야 目標로 하는 경제성장을 기대할 수 있

다라는 의미로 解析된다.

그리고 機械産業構造도 많은 변화가 예상되고 있다. '90年代 이후 2000年代에는 航空·宇宙産業, 高速電鐵 등 새로운 수송기계산업, 光應用機器, 精密測定機器·精密加工機器·醫療機器 등 精密機器産業, 海洋資源利用을 위한 海洋開發産業 自動化와 관련된 H/W, S/W産業 등이 技術·頭腦集約産業으로 중요한 위치를 차지하게 될 것이다. 그런데 이러한 産業을 가능케하기 위해서는

관련된 技術의 독자적인 확보가 과거에 비해 더욱 절실히 展望이다. 이와 같은 機械産業은 技術移轉이 용이하지 않을 뿐만 아니라 그 技術의 특징이 研究開發型이기 때문이다.

따라서 政府와 企業 그리고 關聯機關들은 기계산업에 있어서 先進國과의 격차를 단축시키고 새로운 高度技術의 確保戰略이 과거와는 달리 보다 새로운 次元에서 강구되어야 할 것임을 강조하고자 한다.

〈표 4〉 우리나라 主要機械·材料産業의 形成過程과 展望

導入期			〈그룹Ⅲ〉 ○超電導材料 ●宇宙·航空 시스템 ●高速電鐵		
成長期	〈그룹Ⅱ〉 ●엔진 ●自動纖維機械		●工場自動化 시스템	●精密計測機器 ○형상기억합금 ○複合材料	
成熟期	〈그룹Ⅰ〉 ●船舶自動車 ○非鐵材料 ●建設重裝備	●NC工作機械 ○베어링鋼 ○高速度工具鋼	●産業用로봇		
衰退期	○炭素工具鋼 스테인레스鋼 ●組立金屬製品		●: 機械 ○: 材料	그룹Ⅰ: '70年代 그룹Ⅱ: '80年代 그룹Ⅲ: '90年代	
製品壽命 周期 國內 開發段階	土着化된 技術	消化改良 技術	導入初期 技術	尖端技術	未來技術
	▲ '70		▲ '85	▲ '90	▲ 2000年

4. 機械技術의 發展方向

앞에서 이미 설명한 바와 같이 우리나라 機械産業分野는 짧은 工業化 年輪에도 불구하고 生産과 國際收支에서 커다란 기여를 하고 있으나 技術은 전반적으로 先進國과 커다란 Gap을 나타

내고 있는 것이 사실이며 앞으로의 發展方向은 기본적으로 이러한 격차를 단축시키고 技術開發에 있어서 先進國과 경쟁가능한 創造的인 개발력을 갖추는 일이 될 것이다.

1986年末 科學技術處가 발표한 "2000年을 향한 科學技術發展 長期計劃"에서 機械技術이 중심이

된 產業要素技術의 2000年代 목표는 전반적으로 先進國과 거의 대등한 水準에 이르는 것으로 설정한 바 있다. 즉 設計·엔지니어링技術, 部品·材料技術, 機械自動化技術, 生産基盤技術, 試驗

評價技術 등이 선진국과 競爭하고 創造的 개발 능력을 보유하는 水準까지 이르는 것을 목표로 하여 重點推進課題를 도출하였고 그 計劃을 기초로 하여 현재 研究開發事業을 추진하고 있다.

〈표 5〉 技術開發目標

技術分野	目 標		
	1段階('87~'91)	2段階('92~'96)	3段階('97~2001)
設計·엔지니어링 技術	要素技術의 完全自立	先進國과의 競爭力確保	未來先進國과 대등한 水準
核心部品 및 産業素材技術	技術的 要因에 依한 輸入要因完全打開		尖端部品·素材 技術開發力確保
機械自動化 技術	自動化技術 基盤의 確立	自動化應用的 現先進國水準	未來先進國 水準에 接近
生産基盤 技術	現在の 先進國 水準	先進國과의 競爭力確保	未來先進國 水準
品質性能試驗 評價 技術	品質認證의 國際水準化		先進國 進入

本人은 우선 技術開發에 있어서 產業界와 政府의 역할에 대하여 논의하고자 한다. 과거에 產業界의 技術에 대한 대책은 自體開發力의 缺如때문에 필요로 하는 製品設計圖面, 엔지니어링, 生産技術 運轉技術의 도입이었다. 技術에 대한 주요 관심사는 기술도입선의 선택과 製品의 생산·판매였다. 기술도입 製品들은 대부분 우리나라에 있어서는 新製品이었고 또한 獨占生産이 많았기 때문에 일반기계제품의 輸入代替는 경쟁력이 그리 중요한 것은 아니었다.

그러나 80年代에 들어서는 國內企業間 그리고 外國企業間의 경쟁력강화는 거의 모든 기업의 현실적인 課題로 대두되고 있고 技術競爭力 優位가 企業成長의 열쇠로 인식하게 되었다.

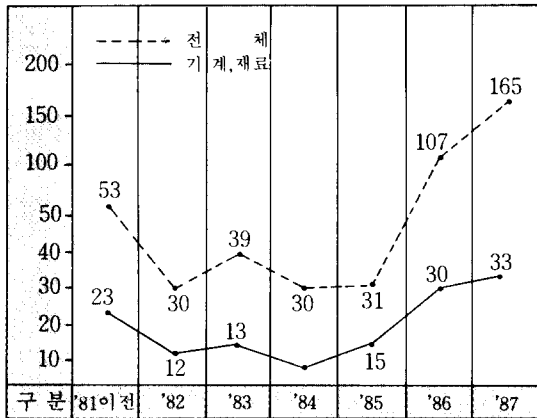
뿐만 아니라 技術導入에는 기술개발력의 확보에 한계가 있음을 피부로 느끼고 있다. 이 결과 최근 企業의 研究所 설립은 日本의 1960年代와 같은 양상으로 하나의 봄을 이루고 있는 狀況이다. 작년말까지 設立된 企業研究所數는 約 450個이며 금년말까지 그 數는 約 600個에 이를 것으

로 보인다. 그리고 작년말 현재 機械와 材料分野의 기업연구소수는 133個 企業이며 금년말이면 거의 200에 육박할 展望이다.

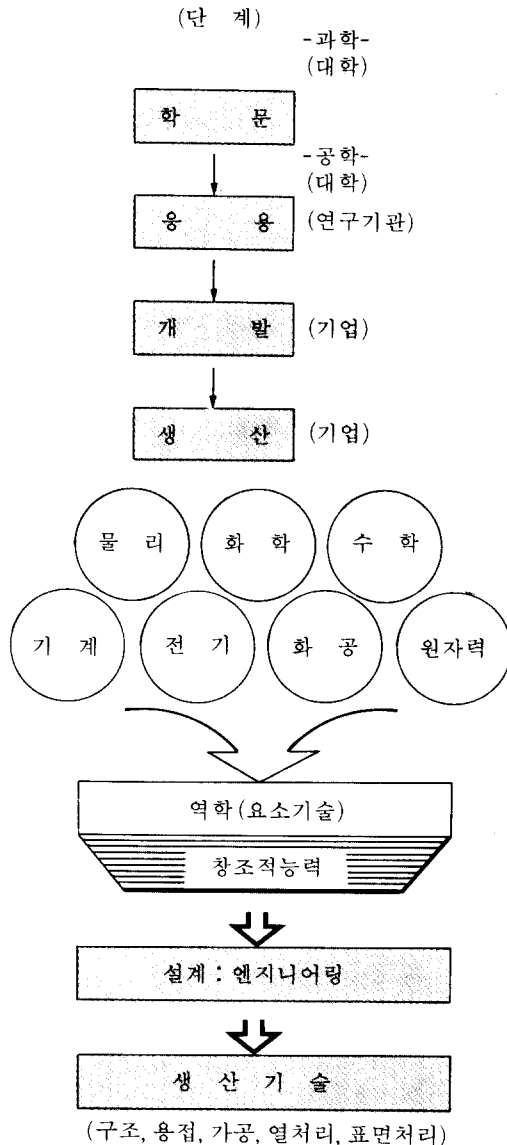
企業의 研究所 設立붐은 機械技術 발전을 위하여 매우 긍정적인 현상이다. 현재는 研究施設·研究人力의 確保가 主要課題이고 또한 研究課題의 수행도 製品開發·改良에 초점이 있다. 그러나 '90年代에는 企業이 현실적으로 필요로 하는 研究, 예를 들면 輸入代替·輸出을 목적으로 하는 商品開發, 生産技術의 向上, 製品의 性能改善 등을 위한 연구는 企業自體의 기술개발 노력에 의해 해결하는 狀況으로 進展될 것은 확실하다.

최근까지 政府의 연구개발투자는 상당부분이 機械類·部品·材料 등 製品의 輸入代替와 輸出 增大라는 경제현안과 밀접히 관련된 技術開發課題가 우선순위였으며 이에 따라 政府出損研究所 研究員들은 기업의 製品開發과 生産技術에 가장 큰 비중을 두어 연구·기술지원사업을 수행하여 왔다. 그러나 企業의 자체기술개발체제가 갖추어

〈표 6〉 企業附設研究所 年度別 設立 推移



〈표 7〉 要素技術의 位置



지게 되면 政府의 역할에는 변화가 불가피하다.

앞으로 重點으로 追求해야 할 政府의 역할은 다음 몇가지로 요약할 수 있다.

첫째로, 機械製品의 創造的 開發能力을 보유하는데 關건이 되는 基礎研究와 要素技術研究에 대한 投資의 확대이다. 우리나라의 機械技術에 있어서 가장 취약점으로 제기되고 있는 製品設計能力은 이러한 工學을 응용하여 製品設計를 창출할 수 있는 要素技術의 축적이 낮은 데에서 起因된다고 볼 수 있으며 研究機關과 大學에서 이를 꾸준히 수행할 수 있도록 해야 한다.

둘째로, 정부는 航空, 宇宙, 海洋, 高速電鐵, 精密機械 등 高度技術分野의 技術需要를 사전에 대응하여 研究機關·大學·企業들이 공동참여하는 大型프로젝트의 추진사업을 적극적으로 추진해 나가야 한다. 필요한 경우는 外國의 專門機關과 共同으로 연구를 수행하는 것이 바람직하다. 이러한 研究는 結果적으로 機械技術水準을 끌어올리는 데 중요한 기여를 하게 될 것이다.

세째로, 技術基準·標準·規格 등 工業基盤이 되는 國家의 制度를 확립하기 위한 대책을 마련하고 中長期的인 計劃下에 이를 汎國家的으로 추진해야 할 것이다.

네째, 製品品質保證과 産業設備의 安全性, 信賴性을 확보하기 위한 試驗評價事業에 투자를

확대하여야 한다. 여기서 얻게되는 엔지니어링 데이터는 機械技術의 발전에 중요한 役割을 하게 될 것이다.

다섯째, 政府는 機械技術에 대한 情報의 流通 시스템을 대폭적으로 강화시켜야 할 것이다. 이를 위해서 각종 데이터 베이스의 구축을 위한

努力과 함께 關聯機關의 技術情報普及·教育講座 등을 유도하고 財政支援을 확대시켜야 할 것이다.

여섯째, 政府는 이러한 역할과 기능을 遂行하기 위하여 필요한 현재의 國家的인 組織과 시스템을 再檢討·調整하고 研究開發, 試驗評價, 國家標準確立, 技術情報의 流通網擴充 등 각 역할·기능의 先進水準化를 지향한 정책이 조속히 수립·推進되어야 할 것이다. 政府는 이를 위하여 필요한 投資에 우선순위를 높여야 할 것으로 判斷된다.

5. 研究關聯機關의 育成

機械技術이라는 표현은 매우 포괄적인 의미를 가지고 있다. 우리나라에서는 產業分類上 機械의 범주속에 一般機械·電氣機械·輸送機械·精密機械로 구분하고 있으나 技術的으로 볼 때 一般機械에 속하는 工作機械와 輸送機械에 속하는 自動車技術은 서로 다른 專門技術이다. 즉, 工作機械 專門家는 自動車엔진 專門家와는 다르며 輸送機械內에서는 自動車와 船舶은 전혀 별개의 엔지니어링 概念이다.

따라서, 外國의 경우를 보면 內燃機關研究所, 航空機研究所, 船舶研究所, 生産技術研究所 등 專門研究所가 각각 독립적으로 존재하고 있다. 현재 우리나라의 機械와 관련된 專門研究所는 韓國機械研究所가 유일하게 있으며 韓國科學技術院에 機械工學研究部가 전문적인 研究를 수행하고 있다. 韓國機械研究所는 昌原本所에서 機械要素技術, 材料技術, 航空技術, 自動化技術, 生産技術 그리고 試驗評價技術에 대한 研究開發과 技術支援事業을 수행하고 있고, 大德船舶分所에서는 船舶, 船用機資材, 海洋工學에 관한 研究를 그리고, 서울에 附設機關으로 운영되고 있는 企業技術支援센터는 中小企業支援을 중심으로 試驗檢査業務를 추진하고 있다. 專門研究機能을 갖고 있는 昌原本所와 大德船舶分所의 연구요원은

400명에도 미치지 못하고 있는데 이들이 國家的次元에서 機械技術研究의 영역을 전문적으로 담당한다는 것은 機械技術의 發展動向에 비추어 중요한 문제를 提示하고 있다.

우선 研究開發해야 할 광범위한 機械技術分野에 비해서 組織규모가 너무 적으며 서로 獨立의 이어야 할 專門研究分野가 한개의 組織內에서 운영됨으로써 專門研究機關의 특징이라고 할 수 있는 專門研究의 創造的 研究開發을 통한 산업계에의 先導的 역할은 감소될 수 밖에 없는 것이다. 우리나라의 輿件과 앞으로 機械技術의 발전추세를 고려할 때 機械技術分野에 대한 出損 研究機關의 역할은 강화되어야 하며 그 組織形態로 專門技術分野別로 선진수준의 創造的 研究開發과 기술지원을 수행하는 적정규모 (Critical Mass)의 組織으로 개편, 발전시켜 나가야 할 것으로 判斷된다.

우리나라의 機械産業·技術의 發展展望과 결부하여 볼 때 Critical Mass의 組織規模로 발전이 요구되는 機械關聯專門技術研究分野는 앞으로 주요산업으로 대두될 것으로 展望되는 航空·宇宙技術分野, 機械의 核心技術開發을 전담해야 할 機械要素技術分野, 工場自動化와 精密加工 등 生産라인의 技術革新에 필요한 生産技術分野, 技術産業의 발전과 직결되고 있는 材料技術分野, 海洋資源의 開發 活用能力 확보가 대두되고 있는 海洋工學分野 등이 있다.

이 외에도 自動車, 鐵道車輛, 엔진 등의 기술분야도 長期的으로 볼 때 政府의 연구개발투자와 開發組織의 강화가 필요한 것으로 判斷된다.

이와 관련하여 韓國機械研究所는 지난 수개월 동안 研究所의 中長期發展計劃을 수립하기 위한 作業을 추진시켜 왔으며 그 役割·機能의 再定立을 위한 노력을 경주하고 있다. 이제 거의 마무리단계에 있는 이 計劃樹立作業은 學界와 產業界의 關聯專門家들로 구성된 諮問委員의 자문을 통해 의견을 수렴하고 있으며 組織의 發展方向은 昌原本所의 航空研究그룹을 중심으로 航空·宇宙研究所를 설립하고 機械工學研究그룹은 機械

研究所, 加工技術과 自動化技術研究그룹을 중심으로 한 生産技術 專門研究機關, 材料工學研究그룹은 材料專門研究機關 그리고 大德의 船舶分所는 船舶과 海洋裝備産業에 기여하기 위한 船舶海洋工學研究所를 지향하고 있다. 이중에서 航空宇宙研究所와 船舶海洋工學研究所는 이미 政府의 정책으로 확정시키기 위한 준비가 진행되어 왔으며 다른 技術分野도 中長期計劃下에 정책에 反映시키기 위한 노력을 계속해 나갈 계획이다. 이들 專門研究集團들은 각각 약 300명규모의 研究員으로 구성되는 것이 바람직하며 各 專門分野에 대한 要素技術의 研究開發과 高度技術의

개발지원 그리고 大型프로젝트의 수행을 主要機能으로 하고 있다.

그리고 企業技術支援센터는 제품의 品質保證과 中小企業技術支援을 위한 高유의 機能을 전담하는 독립된 組織으로 더욱 발전시켜 나가는 것이 바람직하다고 判斷된다.

이상과 같은 機械研究所 組織의 發展과 役割·機能에 대한 再定立 방향을 提示하고 있는 것은 機械産業과 技術의 發展을 모두 기원하고 있는 여러 專門家들의 意見을 통해 機械技術分野의 政府出損研究機關으로서 보다 큰 기여를 하기 위한 問題의 提起로 이해되기를 기대한다.