

中等基礎科學教育의 育成方案

高麗大學校 理科學 金始中

우리 나라는 과거 10여년 동안에 後進國의 불명예스러운 테두리를 벗어나 中進國대열에 앞장서게 되었고, 나아가 先進國대열로 도약하기 위하여 부단히 온갖 努力을 기울이고 있습니다. 이와 같이 國力이 급속히 신장된 것에는 여러 가지 要因이 있겠으나, 그 중에서도 科學과 技術에 힘입은 바가 크다는 것을 부인할 수 없겠습니다.

한편 이제까지의 우리나라의 놀라운 經濟成長은 과거에 忠實했던 또는 忠實하지 않았던 간에 高等教育을 받은 充分한 人材와 才能이 넘친 技能工이 그 成長의 밑받침이 되었다고 해도 과언은 아니라고 생각합니다.

이와 같은 事實을 감안할 때 教育의 重要性, 특히 科學教育과 技術教育이 어떻게 이루어지고 있으며, 또 앞으로 어떻게 이루어질 것인가 하는 문제는 우리 나라 將來의 國力伸張과 世界에의 기여에 밀접한 關係가 있는 것이 분명합니다.

우리는 이제 1980年代에는 先進國의 대열로 도약하기 위하여 經濟, 社會, 文化, 科學, 技術 등 여러 分野에서 이른바 高級人力을 要求하게 되었습니다. 이 高級人力이란 現在의 知識이나 技術에만 能通된 사람을 지적하는 것이 아니라 새로운 問題를 提起하고, 그것을 打開 또는 開發할 수 있는 能力을 갖춘 人材, 이른바 開拓者的 이면서 바탕지식을 充分히 갖춘 人材를 말한다 하겠습니다. 이와 같은 人材의 養成은 일조 일석에 이룩될 수는 없고, 오로지 指導層의 치밀하고도 정확한 未來의 판단에 의한 適切한 政策樹立과 이것의 수행을 위하여 온 國民의 理解와 努力이 있어야 이룩될 수 있을 것으로 믿습니다. 더구나 오늘날과 같이 世界의 모든 것이 寸刻을 다투어 변모하고, 또 각 나라 사이의 自

國生存을 위한 國際競爭이 치열할수록 그에 대한 對策의 樹立과 施行의 時期는 더욱 시급하며 절실해진다고 하겠습니다.

더구나 先進國에서는 오늘과 내일에 適應하기 위하여 특히 科學과 그 應用面에 對한 教育의 姿勢가 變하고 있음을 인식해야 하겠습니다. 그리고 物質을 研究의 對象으로 삼고 있는 自然科學의 基礎教育은 10餘年前부터 그의 重要性이 인식되어 高級人力을 배출할 수 있는 教育의 哲學과 方法이 확립되어 실시한 결과, 그들이 先進國으로 도약할 수 있었다는 경험과 실예를 重視해야 하겠습니다. 다시 말하면 어린 時節부터 自然에서 일어나는 變化를 조심히 觀察하고 스스로 綜合하여 表現하고, 그 결과를 利用하여 未知의 世界를 추리할 수 있는 方向으로 基礎科學의 教育이 施行되어 왔다는 것입니다.

둘이켜 보건대, 오늘날까지의 우리 나라의 經濟成長은 주로 外國으로부터 導入한 技術과 그에 종사하는 技術人과 技能工들에 의하여 이룩되었는데, 이는 先進國들의 예를 보아도 그들의 中進國水準까지는 확실히 우리 나라의 경우와 마찬가지로 있었던 것입니다. 그러나 그들은 앞에서 말씀드린 基礎科學의 教育에 心血을 기울여 왔기 때문에 그들의 成長速度의 둔화 없이 先進國대열로 도약할 수 있었던 것입니다. 다시 말하면 中進國水準까지는 도입된 技術과 그에 從事하는 人力에 의하면 충분히 그 所期의 目的을 達成할 수 있으나, 基礎科學의 힘과 도움이 없이는 中進國에서 先進國으로 도약할 수 없거나, 비록 그것이 가능하다고 하더라도 그의 속도는 극히 완만해진다는 것입니다. 이런 事實을 科學的인 用語로 나타낸다면 經驗的인 단순한 科學技術教育에서 多邊化되고 더 前進的인 科學技術

이 되려면 획기적인 새로운 개념적인 科學, 즉 基礎科學의 知識이 定立되고 普及되어야 한다는 것입니다.

그러면 여기에서 基礎科學이 產業社會에 어떤 基本的인 役割을 했으며, 어떤 結果를 가져 왔는가에 관한 몇 가지 예를 찾아 보기로 하겠습니다.

1773년까지 物質科學의 發展을 저해해 왔던 燃素說을 깨뜨린 라보아지에의 質量保存法則은 近1世紀半 동안 그의 絕對性이 인정되어 物質界의 質量平衡에 의한 科學의 發展을 가져 왔지만, 20世紀紀에 와서는 그의 絕對性이 깨져서 에너지 保存의 法則과 結合되어, 이른바 質量-에너지變換에 의한 質量-에너지等價의 原理를 낳게 하고, 이것은 素粒子의 世界라는 새 分野와 原子力產業이라는 새로운 에너지資源을 開發하게 하였습니다. 또 빛의 本質에 관하여 19世紀까지 支配的이었던 電磁氣的 動搖, 즉 波動現象으로만 판단하던 學說은 粒子性이 同時에 부여된 이른바 粒子性和 波動性의 二重性을 가졌다는 개념으로 지식의 확장을 초래했고 따라서 드브로이의 物質波의 개념이 대두되었으며 나아가 現代量子論의 탄생을 낳게 했던 것입니다. 그 結果微粒子的 世界를 추론할 수 있게 되었고, 物質의 分光學的 性質이 밝혀짐에 따라 物質의 구조나 性質이 밝혀지게 되었으며, 定量하는 器械가 發展되어 產業에 널리 利用하게 되었습니다. 그리고 19世紀 後半 막스웰이 이룩해 놓은 電磁氣學說에 의하여 各種 電氣裝置가 生産되게 되었으며, 世界 2次大戰 직후 코딩스에 의한 헬륨의 간단한 液化器의 開發은 液體헬륨을 이용한 여러 低溫物理學의 연구를 촉진하는 계기가 되었고, 또 世界 2次大戰이 시작되기 數年前에 미시간 大學의 클리튼과 윌리엄스가 開發한 마그네톤은 암모니아분자의 역전스펙트럼을 얻기 위한 것이었는데, 이것이 2次大戰時의 총아로 등장한 레이더技術의 誕生을 가져왔던 것입니다.

이 밖에도 1968년 美國科學財團의 支援으로 만들어진 TRACES(技術회고와 科學史上의 重大事件-Technology in Retrospect and Critical Events in Science)의 報告書에서 지적된 바와

같이, 人類의 文化를 根本적으로 變更시킨 技術의 土臺가 된 基礎科學의 發展中 5가지, 즉 靑라이트磁石, 비디오 테이프 레코더, 경구피임약 電子顯微鏡, 그리고 매트릭스의 分離 등의 理論의 定立과 發明 등을 보더라도 우리는 基礎科學의 發展 없이는 科學技術이나 產業社會의 획기적인 向上이 있을 수 없음을 분명히 알게 되는 것입니다.

그러면 그와 같이 重要的 基礎科學의 發展은 어떻게 하면 이룩될 수 있을 가를 생각할 때, 이미 앞에서도 말씀드린 바와 같이 그의 教育에 관심이 달려 있다고 생각합니다. 특히 本人은 모든 事物에 대한 感受性이 예민하고, 장래의 꿈에 부풀어 있는 初等教育過程과 中等教育過程에서의 科學教育이 가장 重要함을 指摘하지 않을 수 없습니다.

現在 世界의 先進 各國에서는 各級 科學教育過程에서 어떻게 하면 既存知識이나 既存概念에서 벗어나 未知의 自然의 眞實을 찾아 위대한 基礎科學人을 길러낼 수 있는가 하는 과제가 깊히 研究되었고, 그 一部가 최근 우리 나라에도 도입되고 있습니다. 이 새로운 教育方法이라는 것은 이것 저것의 器具를 민첩하게 잘 다루게 하거나, 數學方程式을 잘 풀게 하거나, 또는 動·植物의 이름이나 法則·術語 따위를 잘 기억하게 하거나 하는 것이 아니고 철저한 探究의 方式에 의한다는 것입니다.

그러면 이 探究的인 教育方法에 관해서 말씀드리기로 하겠습니다.

첫째로 學生들이 實驗·觀察을 통하여 科學의 知識을 수집하게 하는 것입니다. 모든 사람은 자신이 훌륭한 觀察者라고 생각하고 있으나, 觀察이라는 것은 다만 눈으로 본다는 것을 뜻하는 것이 아니고 自己의 注意를 集中하여 작은 것에도 조심하며, 세밀한 인내를 가지고 살펴본다는 것입니다. 또 觀察은 現象의 단순한 觀察에 그치는 것이 아니라, 現象의 條件을 조절하면서 객觀적으로 觀察해야 하는 것입니다. 우리는 條件이 조절된 一連의 觀察을 實驗이라고 하며 모든 科學은 많은 實驗의 結果를 바탕으로 이루어지고 있음을 명심해야 하겠습니다.

둘째로 科學的 知識을 정리하고 기술하며 그 속에 있는 規則性을 발견케 해야 합니다. 觀察을 통하여 수집된 知識을 정리하고 분류하며 규칙성을 발견하는데 努力해야 합니다. 예를 들면 촛불의 관찰에서 얻은 여러 가지 知識을 정리해 보기로 하겠습니다. ① 초는 반투명한 흰색 固體이고 ② 약간의 냄새를 가지고 있으나 맛이 없다 라는 定性的인 觀察로 묶을 수 있고, 또 ① 초의 길이는 한 시간에 1.7cm씩 짧아지고, ② 초의 심지는 세겜의 실을 꼬아서 만들어졌다 라는 定量的 觀察로 묶을 수 있습니다. 이와 같이 觀察로서 수집된 여러 가지 知識을 정리하며, 그 지식 속에서 어떤 共通性과 規則性을 發見하여, 하나의 法則을 形成할 準備를 해야 하는 것입니다.

셋째로 이러한 規則性이 있는 理由를 考察케 해야 합니다. 즉 관찰로서 수집된 여러 知識은 해석되어도 規則性을 설명할 수 있게 해야 합니다. 설명을 찾는다는 것은 어떤 뜻일까? 예로 고무 풍선에 바람을 넣는 경우를 생각해 보겠습니다. 풍선에 바람을 넣으면 넣을수록 풍선은 점점 단단해지고 팽창되는데, 이것은 기체가 풍선의 안쪽 벽을 밀어 내어 彈力性있게 벽을 넓히고 있으므로 단단해지는 것이며, 또 풍선 안에 들어간 기체는 수많은 작은 粒子로 되어 있고 이 粒子들은 당구대 위에서 구르는 당구공이 당구대의 쿠션에서 튀겨 나오듯, 운동하는데 기체가 많아지면 1초 동안에 벽과 충돌하는 粒子數가 증가하므로, 풍선 벽을 밖으로 메미는 힘은 커

질 것이며, 따라서 풍선은 점점 팽창하게 되는 것이라고 설명하는 것입니다. 이와 같이 說明은 우리의 주위에서 흔히 접할 수 있고, 잘 이해하고 있는 과정을 통하여 풀이하면 잘 되는데, 잘 된 說明이란 첫째로 본보기가 잘 알려져 있어야 하고, 둘째로 본보기와 실제와의 相關性이 깊어야 하는 것입니다.

넷째로 自己가 發見한 것을 남에게 전달할 수 있게 하여야 합니다. 人間이 자기들의 環境을 이해하고 지배하는데 큰 진전을 보게 된 것은 다음 世代로 知識을 전달하는 能力을 가지고 있기 때문입니다. 오늘날의 과학자들은 모두가 原子說을 發見할 必要는 없습니다. 1808년 영국의 科學者인 돌턴이 발견한 原子說은 그의 생각과 學說을 남게 한 여러 가지 觀察의 結果를 총정리하여 科學論文으로 발표한 것입니다. 科學的 發展은 다른 사람에게 전달되어야 비로소 그 가치가 있는 것이므로 가장 올바르게 전달하도록 교육되어야 하는 것입니다.

다섯째로 이미 얻어진 結果를 써서 다른 自然現象을 예측·설명할 수 있도록 教育되어야 합니다. 이렇게 되기 위해서는 어떤 法則이건 그 法則이 적용될 수 있는 限界와 條件 등이 分明히 指摘되어야 합니다. 예를 들면 한 形態의 에너지가 다른 形態의 에너지로 完全히 전환되지 않는 것은 에너지保存의 法則이 깨지는 것이 아니고, 전환되지 않은 에너지가 그 系에 주어져 系의 무질서도가 증가하는데 쓰인 것이며, 이런 사실은 巨視의 世界에만 적용된다는 것을 分明

표 1. 各級學校의 一部科學設施의 現況

		國民學校 6408個校	中學校 1987個校	高等學校(人文系) 716個校
科學實驗室		1,109실	1,371실	1,078실
顯微鏡		31,847	12,378	7,696
映寫室	8mm	447(467個校)	444(422個校)	191(170個校)
	16mm	1,264(1264個校)	605(550個校)	356(312個校)
教材映畫	8mm	984(418個校)	6,109(305個校)	335(82個校)
	16mm	3,975(742個校)	3,030(381個校)	745(153個校)

※ 모든 표는 1977년 문교통계연보에 의함

표 2. 中等學校教師의 適當 담당 授業時間別 敎員數

주 담당 시간	22~24시간	25~27시간	28~30시간	31~33시간	34시간이상	22시간이상의 분	22시간이상의 률
중 학교	17,638	14,340	5,675	1,192	189		79.3%
고 등 학교	9,201	3,588	1,956	373	74		63.1%

총 교원수 : 중학교 49,249 고등학교 24,093

표 3-1. 中學校의 科學담당 科目別 敎員數

	數 學	物 理	化 學	生 物	地 學	科 學	計
자격증 과목 담 당 교원	4,485	693	727	1,042	117	1,782	8,846
자격증 과목과 다른 과목 담당 교원	237	119	243	139	36	211	985
자격증 과목이 아닌 다른 과목 담당 교원	60	42	150	34	35	65	386
計	4,782	854	1,120	1,215	188	2,058	10,217

표 3-2. 高等學校의 科學담당 科目別 敎員數

	數 學	物 理	化 學	生 物	地 學	科 學	計
자격증 과목 담 당 교원	2,770	764	822	746	337	49	5,488
자격증 과목과 다른 과목 담당 교원	44	79	92	44	21	13	293
자격증 과목이 아닌 다른 과목 담당 교원	6	11	24	2	1	2	46
計	2,820	854	938	792	359	64	5,827

히 해야 하겠습니다.

이와 같은 探究的인 教育方法에 대하여 美國의 렌너등은 그 效果를 研究하여 밝힌 바 있는데, 그들에 의하면 探究的인 教育方法에 의하여 敎育을 받은 學生들은 觀察, 測定, 分類, 實驗, 說明 및 豫測과 같은 行爲에 있어서 探究的인 敎育을 받지 않은 學生들보다 현저하게 월등할

뿐만 아니라, 創造性이 있고 어떤 주어진 일에 대하여 스스로 設計를 세울 수 있다는 사실이 증명되었습니다. 즉 探究的인 敎育方法이야말로 변모하는 世界에 대처하는 人材를 양성하는 淸경이라는 것입니다.

그러면 우리 나라의 初等 및 中等敎育 課程에서의 科學敎育의 實際는 어떤지를 살펴 보아야

하겠습니다.

우선 敎科內容에 있어서는 이미 敎科書가 探究學習의으로 바뀌었습니다. 그러나 솔직히 말해서 實際의 敎育方法은 그렇지 않은 것 같습니다. 즉 從前과 같이 敎科書에 적힌 事實을 그대로 전달하는데 그치거나 더욱 심한 경우에는 參考書만에 의한 暗記式인 敎育方法이 쓰여지고 있는 경우가 많다는 것입니다.

그 뿐만 아니라 科學施設에 있어서도 영세성을 벗어나지 못하고 있는 형편입니다. 가령 敎育補助資料의 몇 가지만 보더라도 표 1과 같이 대폭 不足한 現況이며 實驗實習室은 國民學校와 中學校의 경우 전혀 설치되어 있지 않는 形便입니다. 앞에서 지적한 바와 같이 科學敎育에서는 實驗·實習을 통하여 學生이 직접 觀察하고 그 結果를 綜合하며 表現하고 나아가 다음 단계의 事實을 추리, 판단하는 能力이 길러지도록 敎育되어야 하는데, 오늘날 우리의 現實이 敎科書에만 의존하는 科學敎育이라면 科學에 對한 學生의 관심이 없어질 뿐만 아니라 形式的인 敎育이 되고 마는 위험한 일이 아닐 수 없습니다.

한편 敎師의 現況을 살펴보면 표 2와 같이 中等敎育課程에서 敎師의 週當 담당 시간이 너무 과다할 뿐만 아니라, 표 3과 같이 특히 中學校인 경우 資格證科目과 다른 科目을 담당하거나 資格證科目이 아닌 다른 科目을 담당하는 敎師가 相當數에 달하고 있습니다. 이와 같은 現象은 敎師가 과다한 時間의 담당에 다른 敎務的인 일까지 해야 하기 때문에 自己의 敎育研究나 豫備 實驗 등을 할 수 있는 時間餘裕를 가질 수 없고, 資格證科目과 다르거나 아닌 科目을 가르칠 경우의 知識의 概念 傳達이 제대로 이루어질 수 없으므로 올바른 科學敎育이 이룩될 수 없을 것으로 생각됩니다.

이제까지 本人은 基礎科學의 主要性和 우리의 初·中等敎育課程에서의 科學敎育의 現況을 개괄적으로 살폈습니다. 그러면 이제부터 어떻게 하면 우리의 科學敎育이 探究學習的인 方法으로 이룩되어 有能하고도 바람직한 科學者를 길러 낼 수 있을 가를 생각하고 어떤 對象이 必要한 가를 말씀드리기로 하겠습니다.

첫째로 우리 科學人, 특히 科學敎師들은 우리나라의 앞날이 우리 科學敎師에게 달려 있다는 데서 自負心과 긍지를 가져야 하겠습니다.

最近까지 科學과 技術이 社會的 및 經濟的 發展의 힘이 되어 온 先進國에서는 그들의 生活水準을 개선하고, 富를 形成하기 위한 國家政策의 樹立에 科學과 技術의 現實을 크게 감안해 왔습니다.

그 뿐만 아니라 現在 世界經濟는 前에 없었던 科學的, 技術의 배려에 의하여 영향을 받아가고 있음을 알 수 있습니다. 또 우리의 日常生活에서 일어나고 있는 여러가지 일을 理解하기 위해서 科學의 定量的인 概念이 必要하게 되었습니다.

따라서 現在 우리 敎師들이 處해 있는 여러 與件이 多少 滿足스럽지 않고 社會的 地位에 큰 幸福을 느낄 수 없다 하더라도 멀지않아 尊敬과 應분의 대우를 받게 될 날이 올 것임을 確信하고 우리 나라의 앞날의 큰 일군을 기르고 있다는 긍지를 가지고 뚜렷한 敎師像을 지녀야 할 것으로 생각됩니다.

둘째로 우수하고 젊은 科學敎師의 確保方案이 마련되어야 하겠습니다. 우리에게서 오늘날 급속도로 팽창해진 物質慾에 대한 風土가 만연되고 있음을 부정할 수는 없을 것입니다. 이에 반하여 우리의 一線敎師들의 무거운 義務와 이에 뒤따르지 못 하는 物質的 보수는 그들에게 확고히 定立되어 있어야 할 敎師像의 붕괴로 말할 나위도 없고, 심지어는 離職이라는 안타까운 현상을 가져오기도 합니다. 이와 같은 現象이 지속되는 限 젊고 우수하며 敎師로서의 使命感이 투철한 敎師를 확보할 수 없을 것이며 특히 科學敎師의 확보는 더욱 어려워질 것이므로 政府當局의 時急한 對策이 요구되는 바입니다.

셋째로 基礎科學分野의 敎師에 대한 實効性 있는 再敎育이 보다 計劃된 政策에 의하여 이룩되어야 하겠습니다. 現在 우리의 敎師再敎育制度에는 그 目的하는 바에 따라 여러 가지 種類가 있으나 그 效果에 대해서는 의심할 여지가 있는 것으로 생각됩니다. 특히 1979學年度부터 이루어질 改正 敎育課程이 探究의 研究方法에 의하

여 교육이 이루어져야 하고, 또 教育水準의 標準化를 위해서는 從前의 再教育方法을 탈피하여 새로운 制度에 의한 政府 主管의 再教育이 이룩되어야 하겠읍니다. 이것은 實驗·實習施設의 확보보다도 더욱 時急한 것이 아닌가 생각됩니다.

셋째로 各級 學校의 基礎科學教育이 探究學習의 으로 이루어지기 위해서는 알맞는 施設과 器材의 導入을 위한 政府의 政策的 배려와 과감한 投資가 있어야 하겠읍니다. 元來 基礎科學教育의 效果는 당장 나타나는 것이 아니기 때문에 投資의 실효가 곧 눈에 보이는 것이 아닌 것입니다. 本人은 이것을 다음과 같은 科學史的 史實에 비유하고자 합니다. 즉 19世紀末의 大科學者인 패러데이가 그의 電氣化學에 관한 理論을 發表했을 때 주위의 사람들은 「그래, 그것이 무엇에 쓰이며 무슨 가치가 있느냐?」고 물었읍니다.

이에 대한 그의 대답은 다음과 같이 간단했읍니다.

이 理論은 마치 갓 낳은 어린 아이와 같은 것입니다.」우리는 이 뜻을 깊이 理解하여 미래를

위한 基礎科學의 知識의 축적을 기해야 하겠읍니다.

다섯째로 政府當局은 使命感을 지니고 묵묵히 後進養成에 全力을 기울이고 있는 一線教師들의 社會的 地位와 福祉의 向上을 위하여 과감한 對策을 마련해야 하겠읍니다. 一線教師들이 보고 느낀 것은 곧 어린 學生들의 참된 教育에 직접 반영되는 것이므로, 현재 극히 少數로 한정되어 있는 外國 教育界의 研究觀察의 機會를 확대해 주어야 할 것이며 한편으로는 훌륭한 教師像을 지닌 一線教師에 대한 큰 포상, 그리고 教師의 子女教育費의 감축 등 여러모로 士氣를 진작시킬 方案이 이룩되어야 하겠읍니다.

이상과 같은 對策이나 制度의 樹立·實施는 물론 一朝一夕에 모두 이루어질 수는 없는 것이지만, 하나씩 착실하게 해결해 가면 우리 나라의 基礎科學 教育의 바탕은 착실하게 다져질 것이며 나아가 우리가 멀지않아 先進國의 대열에서 科學文明의 포근한 보금자리에서 살 수 있음을 확신하는 바입니다.

감사합니다.

“과학과기술”지 投稿案內

- = 論 壇 = 가. 學術研究論壇: 產業發展에 寄與할 수 있는 國內外的 最新 科學技術
나. 學術情報: 새로운 海外的 科學技術 情報 紹介
- = 固 定 欄 = 가. 科學春秋: 生活周邊에서 일어나는 여러가지 事例中 科學技術의인 側面에서 指導 및 改善이 必要한 內容을 骨字로 한 것.
나. 내가 본 世界第一: 筆者가 경험한 가운데 가장 理想的인 施設 및 運營方法 또는 존경할만한 人物의 研究態度 및 生活哲學의 紹介
- = 原稿枚數 = 가. 論壇 기타 原稿: 25枚內外(200字 원고지)
나. 科學春秋: 6枚內外(200字 원고지)
다. 내가 본 世界第一: 13枚內外(對象施設 및 人物의 스케치)
라. 寫眞: 1枚(명함판)
- = 其 他 = 外來語表記는 文教部에서 指定한 표기법을 사용하고 도량형은 政府가 指定한 도량형法인 미터法으로 표기해야 함.