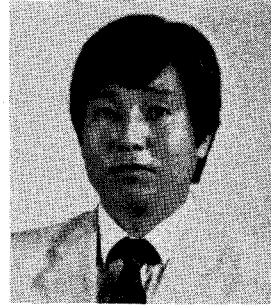


# 尖端技術 어디까지 왔나 鐵鋼産業의 에너지節約技術(完)



金弘球  
〈KIET 責任研究員〉

## 目次

- I. 머리말
- II. 에너지消費의 概要
- III. 에너지節約技術의 現況과 課題
- IV. 次世代 製鐵技術과 에너지
- V. 國內現況
- VI. 맺는말

〈고딕은 이번號, 명조는 지난號〉

〈前號에서 계속〉

### 2. 動力部門의 에너지節約技術

여기서는 動力部門의 代表性 設備인 發電設備, 酸素設備과 에너지센터에 관해서 언급하기로 한다(〈表3〉 참조).

#### (1) 發電設備

現在, 日本의 一貫 製鐵所에 설치되어 있는 發電設備能力은 232萬KW(TRT는 제외)에 달하는데, 이 設備는 대부분 副生가스를 燃料로 한다. 代表性 에너지節約對策은 蒸氣터빈날개의 改造, 보일러의 排熱回收, 復水器 自動洗淨裝置의 導入 등 設備改造과 排가스溫度의 低減, O<sub>2</sub> 濃度의 低減 등의 效率 向上 또는 操業改善을 들 수 있다.

최근의 發電部門 動向으로는 發電效率 向上을

목적으로 가스터빈 컴바인드 사이클(GTCS)을 導入하는 것이 특징이다.

GTCS는 事業用 또는 産業用으로 적극 도입이 추진되고 있는데, 鐵鋼業界에서도 副生가스를 燃料로 한 GTCS가 '82年 新日本製鐵(釜石)에서 제일 먼저 도입되었고, '87년에는 川崎製鐵(千葉), '89년에는 日新製鋼(吳)이 도입하였으며, 新日本製鐵(大分)과 中山製鋼所(船町)는 건설 중이다.

종래 蒸氣터빈에 의한 發電效率은 30~40%이지만, GTCS는 46%로 높은데, 앞으로는 48~50%까지 향상시킬 것으로 기대된다.

#### (2) 酸素設備

一貫 製鐵所에서 多量의 酸素, 窒素, 알곤 등이 소비되고 있는데, 최근 그 수요는 產品의 高附加價値와 高爐의 微粉炭吹込操業에 의해서 증가되는 추세이며, 이러한 가스는 산소설비(空氣分離裝置)에 의해서 생산되고 있지만, 현재 제철소에 설치되어 있는 산소설비의 대부분은 10년 이상 경과된 설비이므로 노후화대책이 중요한 문제로 대두되고 있다.

특히 문제가 발생하기 쉬운 主熱交換器는 에너지절약의 관점에서, 종래의 리버싱(Reversing)型에서 모레큐러 시브스(Molecular Sieves)型으로의 경신이 많아지고 있다.

산소설비의 성능은 제품가스의 순도와 에너지原單位에 달려있는데, 현재 산소 설비의 主流인

〈表3〉動力部門의 現狀과 課題

區 分	現 狀	對 應 策		課 題	
		現 狀	今 後		
發電設備	코스트다운의 增大 設備의 老朽化 (効率이 낮음)	GTCS 導入	入口溫度업	設備投資大 環境制約(NO <sub>x</sub> ) 利用率업	
酸 素 設 備	酸素, 窒素	코스트다운의 增大 使用量 增加 設備의 老朽化 (効率의 惡化)	原空壓縮機改造設備 增強 모레큐러 시이브 (MS)採用	MS改善 系內 壓損低減 精留方式 改善	設備投資大
	알곤(Ar)	코스트다운의 增大 使用量 增加 回收率 向上	Ar回收設備設置 PSA에 의한 Ar 回收 (RH)	收率업 90% Ar 외판	製鐵所의 인프러를 活用 한 外販, 地域供給
유 틸 리 터	CO / CO <sub>2</sub>	코스트다운의 增大 使用量 增加 (轉爐底吹)	副生가스로 부터 分離 (PSA, COSORB)	外販	
	水素	코스트다운의 增大 使用量 增加(燒鈍)	副生가스로 부터 分離 (PSA)	外販	
	蒸氣	코스트다운의 增大 蒸氣余剩 (夏冬의 인밸런스)		蒸氣利用 擴大外販	地域으로의 供給
	가스	에너지余剩에 의한가스 放散	가스分離 (H <sub>2</sub> , CO, CO <sub>2</sub> )	外販	地域으로의 供給
에너지센터	에너지의低코스트供給 省力化 機能擴大	에너지統合 시스템의 充實			

리버싱型的 窒素純度は 99.999%인데 비하여, 모레큐러 시브스型에서는 99.9999%의 가스回收가 가능하다.

또한 電力原單位는 산소, 질소, 알곤의 回收率 向上과 構成機器의 壓力損失 低減에 의해서 현재의 500Wh / Nm<sup>3</sup>이 400Wh / Nm<sup>3</sup>로 향상될 것으로 예상되며, 장차 350Wh / Nm<sup>3</sup>까지 기대 된다.

한편, 이러한 가스수요는 제철소 뿐 아니라 하이테크産業 등에서도 수요가 증가할 것으로 예상된다.

### (3) 에너지管理센터

제철소에서의 에너지需給은 電力, 가스, 蒸氣, 酸素 등 複數 에너지를 여러 工場에서 同時에 大量으로 사용하므로, 그 需給管理가 복잡한 반면에, 신속하게 대응할 필요가 있기 때문에,

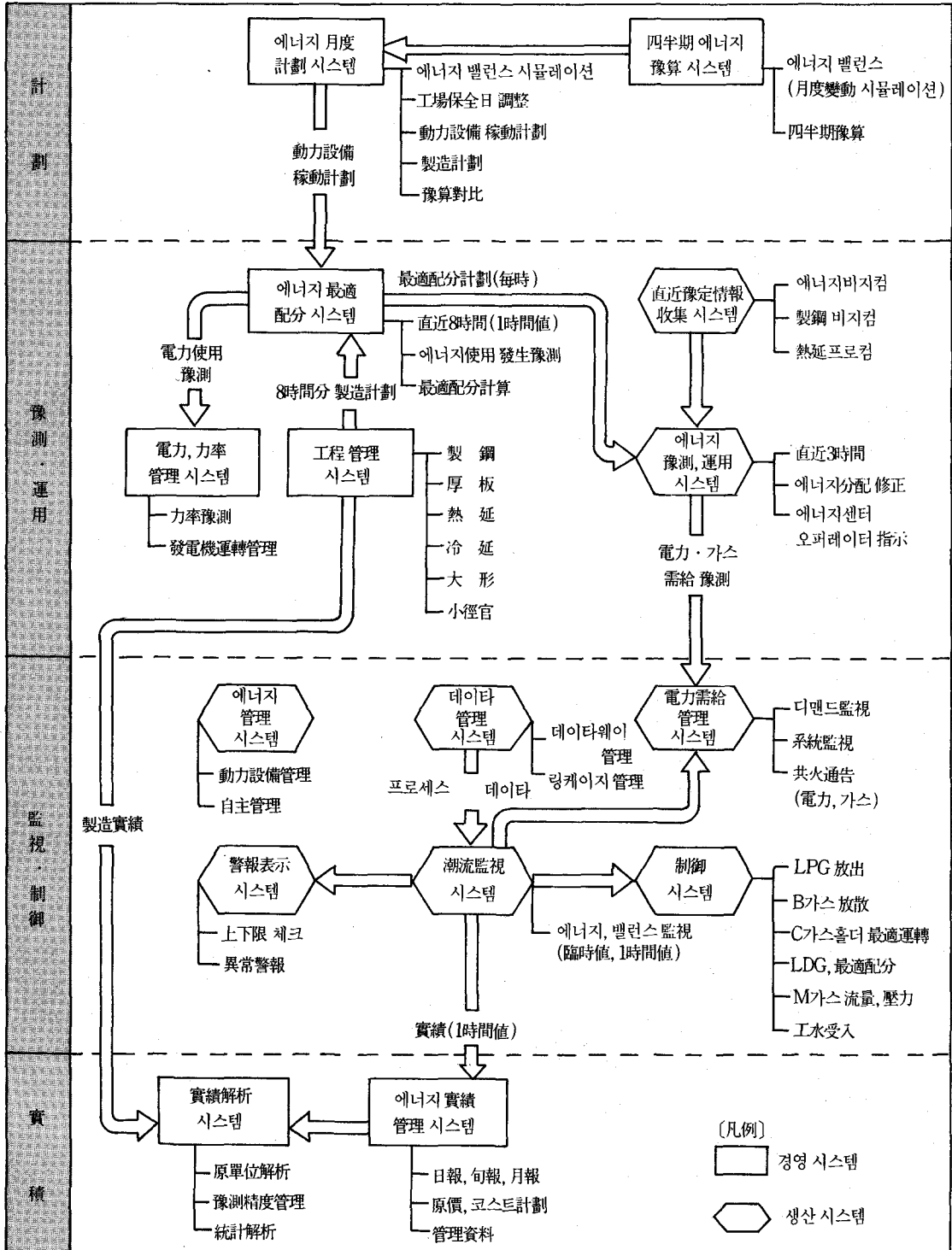
大型 컴퓨터를 이용하여 生産情報과 매칭할 수 있는 一元的 中央管理시스템이 필요하다.

에너지 시스템의 代表的 事例를 보면, 그 시스템構成이 종합계획, 工程調整, 運轉支援, 評價, 運轉監視와 技術解析으로 나누어진다. 이러한 흐름에 근거해서 工場 또는 設備 사이에 필요한 정보가 상호 제공되며, 이들 정보를 바탕으로 電力 등의 각종 에너지의 수요예측이 행해지는 반면, 副生가스의 발생예측도 가능하며, 이러한 예측을 근거로 최적의 에너지수요계획이 설정되며, 항상 변동하는 생산상황에 맞추어서, 수시간 혹은 수십분 단위의 계획이 세워지고, 그러한 實績데이터情報가 에너지管理센터로 피드백(Feed Back)되어 다음 예측에 활용되고 있다.

이와 같은 복잡한 에너지수요는 제철소 특유의 것이며, 앞으로는 제품의 고부가가치화에

따라 한층 더 복잡할 것으로 예상되므로 에너지 관리시스템의 중요성은 한층더부각된다. (圖4).

〈圖4〉 에너지 中央監視 制御裝置의 시스템 플로우(例)



#### IV. 次世代 製鐵技術과 에너지

앞으로 철강업의 에너지절약대책을 생각할 경우, 단기적 대책과 장기적 대책으로 나눌 수 있는데, 단기적 대책으로는 앞서 언급한 바와 같이 기존 기술의 보급 촉진과 개선기술의 도입이라고 생각된다. 그러나 여기서는 장기적 대책을 주로 언급하기로 하며, 장기적 대책으로는 에너지이용 효율이 높은 鐵鋼生産프로세스 즉, 熔融還元 製鐵프로세스와 半凝固 加工프로세스로 대별할 수 있다.

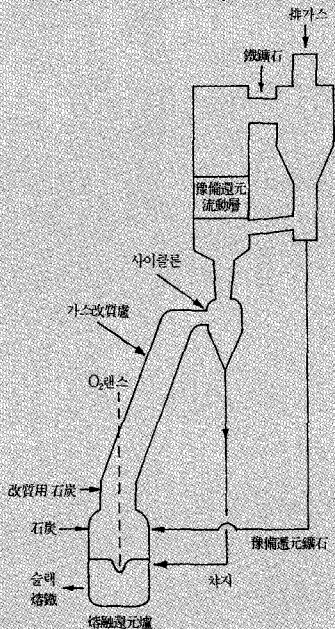
##### (1) 熔融還元 製鐵프로세스

高爐法은 熱效率 및 生産性이 우수한 프로세스이지만, 그 결점은 多工程, 多設備과 生産彈性이 부족하다는 것이다.

또한 原料炭의 코스트업, 코크스爐의 노후화 등 때문에 高爐에 대체되는 次世代 製鐵프로세스로서 熔融還元 프로세스의 개발이 필요하다.

이 熔融還元法은 日本 鐵鋼 8個社와 日本鐵鋼連盟이 '88년부터 共同研究開發에 착수하였다. <圖5>는 熔融還元製鐵法(DIOS法)의 概略圖인데, 그 구성은 熔融還元, 予備還元 및 改質機能으로 되어있다.

<圖5> 熔融還元 프로세스 概念圖



本 프로세스의 개발을 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

##### 1) 予備還元爐와 熔融還元爐의 連結

3日間の 連續操業을 한 후, 連結操業의 가능성을 확인했으며, 앞으로는 10일간의 조업으로 확장할 예정이다.

##### 2) 鐵浴式 熔融還元

時間當 能力이 4톤 내지 30톤의 熔融還元爐를 사용하기 때문에 大型化 전망이 밝으나 今後 耐火物의 수명연장이 技術的 難제이다.

##### 3) 予備還元

一週間の 연속 조업을 4회 실시한 결과, 연속 조업의 가능성이 있었다.

##### 4) 가스改質

熔融還元爐 排가스의 冷却과 鐵鋼石의 還元 포텐셜 上昇을 동시에 행할것을 목적으로, '91年 후반부터 실험개시할 예정이다.

##### 5) 토탈시스템研究

經濟性 및 에너지 밸런스를 검토한 결과, 코스트는 10%, 에너지消費는 5~10%의 低減이 예상된다. 에너지低減은 주로 코크스와 燒結工程의 생략에 의한 것이다.

또한 本 熔融還元 프로세스의 특징으로는 다음과 같은 점을 들 수 있다.

① 에너지 彈性性 : 製鋼 이후의 다음 工程으로 에너지供給量이 操業條件의 變경에 따라서 自由로우면서도 시기적절하게 控制하는 것이 가능해야 함.

② 原材料改質의 自由度 : 다양하면서 폭넓은 品質의 鐵광석 또는 石炭의 사용도 가능해야 함.

③ CO<sub>2</sub> 發生量 : 一般炭은 原料炭보다 水素分이 많은데, 이것과 에너지절약의 效果를 합치면, 銑鐵當 CO<sub>2</sub> 發生量은 高爐法보다 5~10% 低下할 가능성이 있음.

④ 工程節約의 영향 : 코크스, 燒結工程의 생략에 의해서 환경개선 가능성이 있음.

이상과 같이 뛰어난 특성을 가진 熔融還元製鐵法의 개발은 작년부터 파일롯 플랜트의 設計가 시작되어, 21세기의 實用化를 목표로 하고 있다.

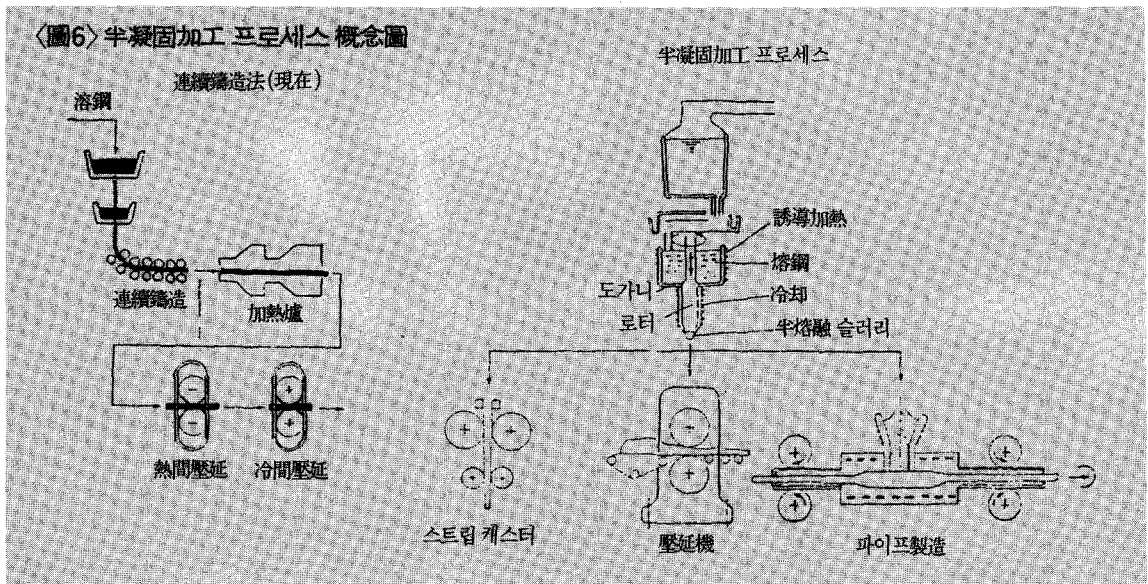
(2) 半凝固加工프로세스

용융된 鋼을 적은 힘에 의해서 자유로운 모양의 제품을 가공하고자 하는 것은 鐵鋼加工技術의 꿈인데, 半凝固加工프로세스의 개발연구는 이 꿈의 도전인데, 구체적으로 반응고프로세스는 現行 프로세스인 連續鑄造와 熱間加工의 두가지 공정을 하나로 한 새로운 프로세스이다. 반응고 프로세스는 熔鋼으로 부터 固相成分과 液相成分이 混在하는 狀態로 만들고, 이것을 직접 가공함으로써 최종 제품에 가깝게 만든다.

이 프로세스는 제품의 품질과 기능이 향상될

뿐만 아니라, 종래의 제법으로는 제조하기가 불가능하던 新素材의 개발이 기대되며, 에너지 사용의 효율향상에도 대폭 개선이 달성될 것으로 전망된다.

現 프로세스에서 噸當 에너지消費를 보면, 連續鑄造에서 7萬kcal, 熱間壓延工程에서는 50萬kcal의 에너지가 소비되는데, 그 합계는 제철소 전체의 약 10%를 상회하는데, 반응고프로세스의 도입에 의해서 에너지효율 향상에 대한 기대가 크며, 그 프로세스의 概念圖를 <圖6>에 나타냈다.



그러나 이 프로세스에서 반응고상태를 만들어 내는 溫度制御技術, 교반기술, 裝置材料의 개발과 成形·加工技術 등의 많은 課題를 가지고 있음으로 實用化에는 아직도 많은 시간을 要하고 있다.

업체에서 1740억원 가량의 설비투자를 한 것으로 나타났는데, 현재의 중동사태 등을 감안할 때, 에너지수요 비중이 타 산업에 비해서 큰 철강산업에서는 좀 더 에너지절약 기술개발 및 설비에 투자를 할 필요가 있다.

V. 國內現況

國內에서의 에너지設備 投資額이 '85년까지는 300억원 이내의 적은 액수였으나, '86년부터는 1000억원 이상으로 증가하여 '87년도에는 4600억원까지 증가하였으나, 그후 투자액이 감소되는 경향을 나타내고 있다(<表4> 참조).

'89年度の 에너지節約 設備投資 내역을 살펴보면, 포항제철의 4 연속주조설비 등 12個 계강

<表4> 年度別 에너지設備 投資動向 (단위:백만원)

年度	投資業體數	投資額	비고
'83	18個	19,255	
'84	19個	11,721	
'85	19個	29,290	
'86	16個	112,432	
'87	14個	465,500	
'88	15個	342,454	
'89	13個	174,121	
'90	16個	233,352	(예상)

<46p에 계속>

이것은 유럽特許廳 審査便覽(part III § 4.4)에 『獨立請求範圍에는 發明을 정의하기 위하여 필요로 하는 필수특징의 모두를 명확하게 특정하여야 한다』고 하고 있으므로써 거듭 확인된다. 그리고 이 본질적 특징이란, 請求된 方法을 실시하기 위하여 또는 請求된 物을 정의하기 위하여 당업자에 있어서 필요 불가결한 특징을 의미하는 것으로 해석되고 있는 것이다.

따라서, 제84조가 의미하는 바는 “請求範圍는 目的, 效果 등의 記載뿐만 아니라, 發明의 目的 達成에 必要한 技術的 構成(technical features) 즉, 事項(matter)을 명료하고 간결하게 發明을 정의할 것, 즉 쓸데없이 장황한 記載나 불명료한 記載여서는 안될 것, 게다가 請求範圍에 정의된 發明은 明細書에 記載된 것이어야 하는 것”을 의미하고 있는 것이다.

#### 라. 各號의 區分理由

상기 各號의 區分理由는 上記 여러가지가 있지만, 審査過程에서 多數의 請求項中 어느 하나의 請求項에 대한 拒絕理由에 의해서 出願全體가 拒絕된다는 危險性을 억제하고, 多項制를 効率的으로 利用하기 위해서 拒絕理由에 대하여 出願인이 補正 등에 의해 對應하기 쉽고, 拒絕理由通知書 등의 起案도 수월해질 수 있도록 請求範圍에 대한 으뜸요소로 區分한 것이다.

예를 들면, 拒絕理由가 『請求項 제1항은 제3호의 要件을 충족하지 못한 것』이라고 通知되

면 出願인은 請求項 제1항에 記載된 發明이 『發明의 構成에 없어서는 아니되는 事項만』으로 記載되지 않고 發明의 目的 達成을 위한 必要 不可缺한 構成요소가 일부 누락된 것으로 인식하여 이에 대한 補正만 하면 해당 拒絕理由가 解消될 수 있다. 따라서, 審査官의 기안(拒絕理由 作成)도 수월하고, 出願인이나 代理人도 한눈에 拒絕의 理由를 把握하여 후속조치가 신속히 可能하다.

또한, 審査官이 『... 發明의 詳細한 說明에 記載되어 있는 ○○을 發明의 要件으로 하면 問題가 없으나 이 點이 請求項 제1항의 記載는 明瞭치 않다』고 분명히 지적하여 준다면 더욱 바람직 할 것이다.

그러나, 上記한 內容처럼 出願 發明에 대하여 Guide 役割까지 한다면 現在 審査處理 件數가 구미에 비하여 월등하게 많아 審査 負擔이 더욱 가일층 될 뿐만 아니라, 出願인이 해당 發明에 대하여 자유롭게 記載할 수 있는 諸般 要件을 制限할 수도 있는 것이되기 때문에 이 點에 대하여는 신중하게 對處해야 된다는 見解도 있다.

美國의 경우는 실제로 上記와 같은 Guide 役割을 확실히 하고 있다고 말하고, 日本의 경우는 이 點에 대하여 勸誘事項으로 구미의 實務와 調和를 이루고 迅速·正確한 審査에 기여한다고 認定되는 경우에는 적극적으로 행해질 것이라고 說明하고 있다. <계속>

<36p에서 계속>

## Ⅶ. 맺는말

제1차 석유위기 이후, 日本의 철강산업은 적극적으로 에너지절약대책을 추진하여, 현재는 세계에서 가장 에너지 이용효율이 뛰어난 생산체제를 확립하기에 이르렀다. 그러나 앞서 언급한 바와 같이 에너지절약의 진전에는 에너지절약설비 개발의 한계, 油價의 불안정성과 철강산업의 사양화 경향에 의한 투자액 감소 등의 문제점이

있다.

그러나 세계적으로 볼 때, 지구환경 문제 특히 地球의 温暖化 問題가 있는데, 이것의 主要因은 CO<sub>2</sub> 排出量과 관련이 있다. 그러므로 앞으로는 地球温暖化에 대응하는 새로운 에너지절약 대책을 수립해야 되는데, 이 문제는 종래의 發想으로 한계가 있으므로 장기적으로 전 세계가 기술 개발에 노력할 필요가 있다. <♣>