

原電 시뮬레이터의 어제와 오늘



이 논문은 지난 4월 미국 플로리다주 Orlando市에서 열렸던 미국의 컴퓨터 시뮬레이션學會會議에서 웨스팅하우스社 計裝技術研修院 院長인 G-onsalves씨와 同社에 세일즈 엔지니어 Proctor씨가 共同 發表한 것이다.

原電플랜트 訓練課程에서 시뮬레이터를 利用하기 始作한 것은 1960年代末에서 1970年代初 사이의 일이며 컴퓨터産業이 發展, 成熟됨에 따라 지난 20年間 시뮬레이터産業도 顯著히 發展해 왔다. 原子力에 대한 規制強化와 安全問題로 原子力시뮬레이터市場은 매우 忠實度가 높고 實時間追從型의 시뮬레이터를 要求하게 되었다. 美國의 原子力시뮬레이터 台數는 1970年代 中盤에 6台도 못 되었던 것이 지금은 近 80台에 達하고 있다.

原電플랜트 訓練用 시뮬레이터가 出現하기 前까지만 해도 原電플랜트 運轉員들에 대한 訓練은 小型의 訓練用 原子爐나 低出力 또는 無出力 原子爐를 使用해서 施行되었다. 後者の 訓練用 原子爐는 求하기가 힘들었으므로 訓練生들이 實際的인 制御室運轉을 實習해보는 것은 最少限

으로 그쳤었다. 또한 플랜트들 사이에는 設計, 規模 및 制御室레이아웃등에 있어 굉장히 差異가 났으므로 訓練生들이 訓練時 體得한 知識을 實際플랜트에 應用하기 困難할 때가 많았다. 이러한 問題는 70年代에 많은 數의 原電플랜트가 系統運轉을 始作하게 됨에 따라 더욱 더 커져 資格있는 運轉人員의 深刻한 不足現象을 가져왔으며 그 結果로 보다 좋은 訓練媒體의 必要性을 切感하게 되었으며 産業界로 하여금 原電플랜트 訓練用 시뮬레이터에 關心을 쏟게 하였

다. 오늘날 시뮬레이터는 原電플랜트 運轉員의 訓練에 있어 重要한 役割을 하고 있으나 지금과 같은 精巧하고 便利한 시뮬레이터로 發展하기까지는 最初의 폴·스코프訓練用 시뮬레이터가 使用되면서 부터 不過 20年밖에 안되었다는 點을

우리는 想起하지 않으면 안된다. 지금은 大部分의 原電플랜트들이 訓練用 시뮬레이터를 갖추고 있으며 美國 原子力産業에서는 原則적으로 모든 原電플랜트들은 반드시 各플랜트 特有的의 訓練用 시뮬레이터를 使用해서 플랜트를 運轉하고 訓練시키는 方向으로 나가고 있다.

沿 革

1960年代 後盤에 시뮬레이터가 利用되기 始作하면서 부터 現在까지의 發展過程을 더듬어 보기 위해서 이 近 20年되는 期間을 5年間隙으로 4個期間으로 區分했다. 그러나 이 期間들은 確然히 區別되는 것이 아니고 原子力시뮬레이터의 發展段階와 比較的 가깝게 區劃을 지었다는데 不過하다.

1968~1973 : 初 創 期

이 期間은 原子力시뮬레이터의 原型開發이 始作된 時期이며 또한 디지털·컴퓨터産業이 初期發展段階에 와 있었을 때에 該當한다. 原型原子力시뮬레이터를 움직이는데 必要한 典型的인 컴퓨터裝置의 價格은 50萬~100萬弗이나 되었으며 이 價格은 20年前인 當時에는 엄청난 값이었다. 따라서 原子力産業界는 보다 더 原價面에서 效果의인 方法을 擇해 複合型컴퓨터 裝置를 利用하게 되었다. 이에 대한 代表的인 接近方法이 Sigma-5型和 같은 汎用컴퓨터를 1個 내지 2個의 P-2000型 또는 初期의 PDP-11型和 같은 보다 小型의 專用컴퓨터와 結合해서 使用하는 것이었다. 이 小型컴퓨터는 制御盤에 設置되어 計算量을 分擔했다. 이러한 原型시뮬레이터는 根本적으로는 테이블驅動式 데이터·베이스에 의해 作動되는 複合型 器械였다.

이 期間중에 最初로 4台的 풀·스코프 시뮬레이터가 製作되었다. 經濟性에 대한 配慮와 顧客과의 契約關係로 이들 4台的 시뮬레이터는 모두 NSSS 메이커들에 의해 試運轉되었다. 이

4台中 첫번째 것은 General Electric 社 製品으로 809MWe BWR Mark III유니트인 Dresden-2號機를 基準한 것으로 이 시뮬레이터는 일리노이州 Morris에서 1968年 6월에 運轉이 開始되었다. 시뮬레이터를 試運轉한 두번째 NSSS 메이커는 Babcock & Wilcox社로 이 시뮬레이터는 Rancho Seco原電을 위한 것이었다. 버지니아州 Lynchburg에 있는 B & W社 研修院에 備置된 이 시뮬레이터는 Westinghouse 社 터빈發電機와 連結된 913 MWe의 B & W NSSS를 基準한 것으로 1971년에 運轉이 開始되었다. 세번째가 Westinghouse社에서 製作한 Zion-1號機 시뮬레이터로서 1972년에 運轉이 始作되었으며 일리노이州 Zion에 있는 Westinghouse社 研修院에 備置돼 있다. Zion-1號機는 1100MWe의 4-Loop NSSS이며 Westinghouse社 研修院과 隣接해 있다. 시뮬레이터를 試運轉한 네번째 NSSS 메이커는 Combustion Engineering社였으며, 이 시뮬레이터는 Baltimore Gas & Electric社의 833MWe의 Calvert Cliffs 플랜트(CE社의 NSSS, GE의 터빈發電機)를 基準한 것으로 1973년부터 稼動되었으며 커넥티컷트州 Windsor에 있는 CE社 研修院에 備置돼 있다.

이 期間중에 시뮬레이터의 製作, 運轉, 補修關係를 規制하기 위해 制定돼 있던 基準은 美聯邦規制規定 10 CFR Part 55 하나뿐이었다. 運轉員免許의 資格要件에 대해 이 規定의 附錄-A에는 다음과 같이 記述되어 있다. 즉, 「制御器類의 操作에 從事하고 있는 運轉員들의 資格再審査는 그 運轉員이 所持하고 있는 資格免許에 該當하는 設備에 대해 施行되어야 한다. 그러나 여기에 指定돼 있는 시뮬레이터의 使用도 許容되며 이러한 시뮬레이터의 使用을 勸奨한다」고 돼 있다. 運轉員의 資格再審査의 目的으로 시뮬레이터를 使用하는 경우의 가이드라인에는 「시뮬레이터는 該當設備의 一般的인 動作特性을 再生시킬 수 있어야 하며 시뮬레이터의 計裝制御系統의 配列이 該當設備의 것과 같아

야 한다」고 記述돼 있다. 이렇게 하는 目的은 反應度 調整을 實際해 봄으로써 運轉員들이 擔當하게 될 分野의 裝置, 메카니즘, 運轉節次에 關한 知識을 綜合적으로 實驗해 보는데 있는 것이다. 어떤 시뮬레이터가 緊急時나 非正常的인 狀況下에서 運轉員이 對處할 수 있는 能力을 試驗해보기 위해 使用되는 것이라면 이 시뮬레이터는 該當되는 設備의 運轉特性을 正確하게 再現할 수 있어야 한다.

初創期 시뮬레이터의 特性

• 시뮬레이션의 스펙은 다음 條件에 따라 制約을 받았다:

— 컴퓨터電源의 確保可能性과 數學 모우드의 複雜性

— 利用可能한 原電플랜트의 運轉데이터의 不足

• 根本적으로 起動/停止器械는 다음 機能을 갖추고 있었다.

— 約 12가지의 初期條件

— 70~100가지의 機能障碍

• 시뮬레이션 소프트웨어와 計算時間을 節減하기 위해 單純化가 이루어졌다.

• 플랜트의 터빈發電機 制御器의 複製品과 같은 原來의 하드웨어가 使用됐다.

• 複雜한 시스템을 시뮬레이트하는 것을 避하기 위해 「블랙·박스」가 使用됐다.

• 엄청난 量의 어셈블리用語가 使用됐다:

— 高速化시킴으로써 컴퓨터의 限界를 補償했다.

— 原型시뮬레이터이므로 改造나 改善이 어려웠다.

이 期間 동안의 진짜 시뮬레이터 메이커는 Singer-Link社 하나뿐이었다. 이 會社는 初創期 4台的 시뮬레이터중 2台를 製作하였다. 이 會社가 시뮬레이터에 대해 關心을 갖게 된것은 航空機와 戰車의 시뮬레이션에 參與해서 技術을 開發하면서 부터이다. 다른 2台的 시뮬레이터는 GE社와 WH社에서 各各 1台씩 만들었다.

1974~1978: 潛在期

이 두번째 時期는 原子力시뮬레이터의 初歩적인 實用段階였다고 보는 것이 가장 適切한 表現일 것이다. 컴퓨터 容量은 急速히 늘어났으며 容量을 늘린 32-비트의 컴퓨터에 의해 一部를 省略하지 않더라도 原型시뮬레이터 固有의 몇가지 制約을 最少로 줄일 수 있었다. 그 當時 稼動中에 있던 50基程度의 原子力플랜트에 곧 이것을 適用하여 시뮬레이터의 性能을 立證할 수 있는 많은 데이터를 얻을 수 있었다.

그러나 「潛在期」라는 말이 가르치듯이 이 期間中에는 뚜렷한 發展이 있었다고는 할 수 없고 이러한 發展의 可能性이 보였던 時期였다고 보아야 할 것이다. 原子力産業界에서는 訓練用 시뮬레이터의 價格이 舍當한 것으로는 아직 생각하지 않고 있었다. 最初의 電力會社所有의 시뮬레이터가 稼動되기 始作한 것도 이 時期였다. 이 시뮬레이터는 Singer-Link社에서 製作해서 뉴욕州 Buchanan市의 Consolidated Edison社에 納品한 것으로 Indian Point 2號機를 基準한 것으로 이 電力會社의 運轉員訓練에만 使用되었다.

NSSS設計會社 4個社, 시뮬레이터 製作會社, 시뮬레이터 保有會社와 NRC로부터 온 代表者들로 構成된 시뮬레이터 作業班이 1975년에 設立되어 運轉員訓練過程에서 시뮬레이터를 使用하는 경우의 基準案 마련에 着手하였다. 그 結果 最初의 規定案인 ANS 3.5 「運轉員訓練用 原電플랜트 시뮬레이터」가 나왔고, 이 案은 1977년에 承認을 받았다.

潛在期 시뮬레이터의 特性

• 시뮬레이션의 스펙이 原型보다 더 擴大되었다.

— 改良型 數學 모델 作成(즉, 爐心모델이 爐心壽命의 後盤期에 플랜트를 시뮬레이트할 수 있게 되었다).

— 矯正, 補修, 訓練用的 強力한 소프트웨어

1979~1983年(TMI時期) 이 기간은 정말 原子力시뮬레이터의 轉換期였다. 이 期間中에 主프레임이 32-비트의 超미니컴퓨터를 使用한 全機能을 갖춘 高忠實度의 시뮬레이터의 生産이 始作되었다.

• 單純한 起動/停止機器代身에 snapshot/backtrack特性和 다음 條件을 갖추게 되었다:

— 50가지 以上の 初期條件

— 100~150가지의 機能障礙

• 어셈블리用語가 아직 使用되고 있는 가운데 FORTRAN用語를 더 많이 使用하게 되었다.

• 8000~10000 入力/出力(I/O) 信號가 使用되었다(從前에는 5000~6000이었음).

Singer-Link社는 繼續 發展하여 主要한 시뮬레이터 메이커로서의 位置를 維持했으며 이 期間中에 8台的 內需用 시뮬레이터와 5台的 輸出用 시뮬레이터를 製作하였다. 이 會社外에 다른 2個社도 이 市場에 登場했다. WH社가 3台的 시뮬레이터(1台는 日本의 한 研修院用, 다른 2台는 國內電力會社用)를 製作納品하여 第2位에 올랐으며 Electronic Associates Incorporated社(EAI)는 2台的 電力會社用 시뮬레이터를 製作納品하여 第3位에 올랐다.

1979~1983 : TMI 時期

이 期間은 정말 原子力시뮬레이터의 轉換期였다. 이 期間中에 主프레임이 32-비트의 超미니컴퓨터를 使用한 全機能을 갖춘 高忠實度의 시뮬레이터의 生産이 始作되었다. 이러한 컴퓨터들을 50萬弗以下로 求할 수 있게 됨으로써 소프트웨어와 모델링技術을 開發하여 制御室의 거의 모든 것들을 再生시킬 수 있었다. Gould-SEL CONCEPT/32컴퓨터가 美國의 實時間原子力시뮬레이터産業의 實質的인 標準이 되었다.

1979年 3月 28日 美國의 商業用原子力發電 歷史上 最惡의 事故가 發生하였다. 이날 午前 4時頃에 펜실베니아州의 조그마한 마을인 Midd-

etown近處에서 스리마일·아일랜드(TMI)原子力發電所 2號機의 蒸氣發生器에 물을 供給하고 있던 펌프 1台가 故障이 나 停止되었다. 그 結果 各種設備들이 停止되고 이를 收拾하려는 運轉員들의 過失도 겹쳐 爐心이 過熱되어 外氣에 放射性가스를 放出하기에 이르렀다. 이 事故로 全世界의 耳目이 TMI發電所 뿐만 아니라 原子力發電全體에 集中되었다. 수많은 調查團이 構成되어 嚴密하게 무엇이 잘못됐고 앞으로 이러한 事故의 再發을 防止하기 위해서는 무엇을 해야 할 것인가에 대한 研究가 各調查團에서 活潑히 이루어졌다. TMI事故를 仔細히 調査한 Essex社는 「TMI 2號機 事故는 運轉員들의 訓練不足이 가져온 災難」이라고 結論지었다. 많은 缺陷들이 制御室 全體레이아웃에서 發見됐으며 특히 制御室 運轉員들의 訓練에 問題가 있었음을 알아냈다. TMI發電所 運轉員訓練時間中 시뮬레이터訓練時間은 6%에 不過했고 이렇게 적게 配定된 時間도 非效果的으로 使用되고 있었다. 이에 따라 原子力發電業界 全體에 대한 訓練課程 특히 運轉訓練에 대해 調査를 實施하게 되었다. 運轉員訓練의 改善方案을 檢討하는 過程에서 再燃된 問題가 시뮬레이터訓練을 늘리고 改善해야 한다는 것이었다.

1980年 3月에 NRC의 原子爐規制局長인 Harold R. Denton씨는 새로 制定된 原子爐運轉員들의 資格要件에 關한 規程을 모든 電力會社에 通告하였다. 이 새로운 規程은 TMI 事故에서 發見된 事實을 바탕으로 作成된 것으로 從前보다 훨씬 높은 水準으로 運轉員들의 資質을 向上시키기 위한 最少限의 資格要件을 制定하였다. 그後 NRC는 1981年 8月 7日字로 公文

을 보내어 앞으로는 運轉員資格免許試驗에 시뮬레이터試驗을 包含시킬 것을 通告하였다.

TMI事故後 얼마 안되어 原子力産業界는 原子力發電運轉協會 (INPO)를 創設하였다. INPO는 原子力發電業體의 運營幹部들로 構成돼 있으며 그 設立目的은 이 分野의 自律的인 機構를 마련하는데 있다. INPO가 最初로 한 일은 「시뮬레이터訓練 가이드라인」이라는 題下에 INPO 82-005를 發行한 것이었다.

이 期間中에 GE社와 WH社는 모두 그들의 研修院에 各各 2台씩의 시뮬레이터를 設置하였다. GE社는 Tulsa市 近處에 新規의 研修院을 開設하여 Black Fox 플랜트(나중에 取消되었음)와 Perry 플랜트를 基準한 시뮬레이터를 設置, 各各 1979年과 1980年에 稼動을 始作했다. WH社는 1979年에 Zion市에 SNUPPS 시뮬레이터 1台를 設置하고 1980年에 핏츠버그市에 新規의 研修院을 開設하고 두번째 SNUPPS 시뮬레이터 유니트를 設置하였다.

TMI時期的 시뮬레이터 特性은 다음과 같다 :

- 한 過渡狀態시나리오를 包含시킨 모델의 細部事項을 除外하고는 시뮬레이터의 스크르를 基準플랜트에 맞추었다.
- Snapshot, backtrack, freeze, playback 特性을 다음과 같이 修正하였다 :
 - 100가지의 初期條件
 - 200가지의 機能障碍
 - 新規의 改善된 I/O Interface Power :
 - 制御盤에 高速, 半導體, 直列型的 I/Ogear를 設置
 - 시뮬레이터性能 改善
 - 하드웨어와 이를위한 設置場所 縮小
 - 시뮬레이터操作員이 自己가 시뮬레이터를 操作하고 있는지 實際의 플랜트를 運轉하고 있는지를 거의 分別할 수 없을 程度로 똑같은 機能을 發揮하도록 한다 :
 - 稼動中인 50基以上の 플랜트에 대해 모델 데이터를 準備하였다.

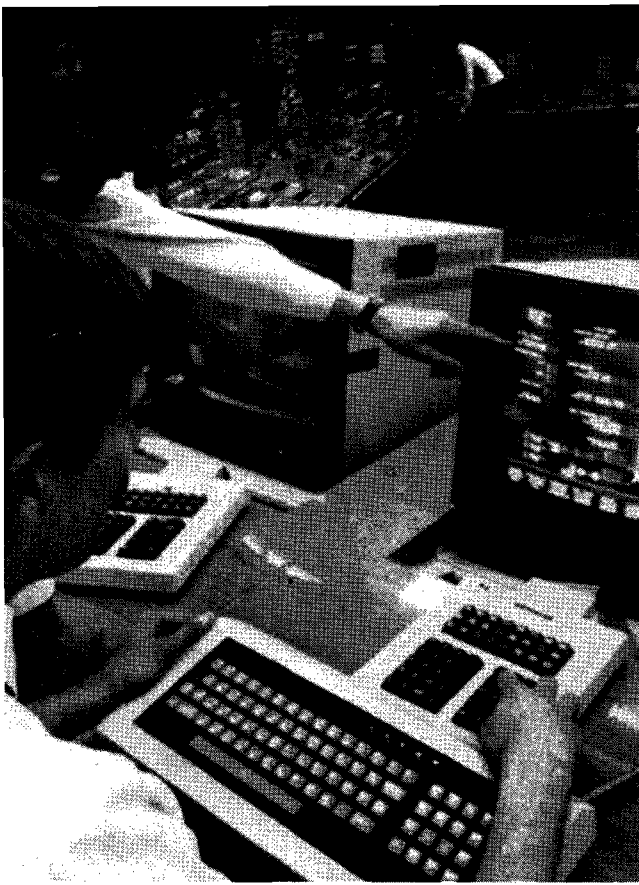


— 시뮬레이터性能을 相當히 微調整할 수 있도록 改善하였다.

새로운 規定의 制定과 技術의 向上은 恒常 原電플랜트 訓練用 시뮬레이터産業界를 높이 刺戟하는 契機가 되었다. 50余件의 시뮬레이터供給을 위한 新規契約이 맺어졌다. 이 全盛期동안에 6個의 國內시뮬레이터 메이커가 생겨 났으며 이 中 3個社는 그後 지금까지 그대로 남아 있다. 이러한 好景氣를 맞아 好況을 누릴 수 있었던 시뮬레이터 메이커와 그들의 受注量은 다음과 같다 : EAI社(5台), Gould(4台), Simulation Associates社(1台), Combustion Engineering社(1台). Singer社는 28台를 受注하여 시뮬레이터産業을 主導했으며 WH社가 12台를 受注하여 2位의 位置를 차지했다. 이 好況을 누리던 期間이 끝나감에 따라 이 中 EAI社와 Gould社는 原子力産業플랜트 시뮬레이터市場으로 부터 물러났다.

1984~現在 : 成熟 期

1984年에 시뮬레이터産業은 成熟期에 다달았



으며 이것은 製品의 品質改善이나 洗練度에서 엿볼 수 있었다. 이 期間中에 再循環 loop, 爐心, 爐心冷却系統 全體에 대해 眞正한 意味의 2相 流量모델링을 할 수 있는 시뮬레이터가 供給되기 始作했다. 高忠實度와 TMI事故에서 나타난 問題點들이 이 期間中의 시뮬레이터開發의 主要課題였다. Safety Parameter Display System, Technical Support Center, Emergency Response Facility, Plant Process Computer와 같은, 改良型 CRT를 바탕으로 한 시스템의 시뮬레이션이나 시뮬레이션의 開發을 促進시키는 事項들이 이들 시뮬레이터의 標準仕樣이 되었다.

成熟期시뮬레이터의 特性

- 시뮬레이션의 스코프가 모델링과 忠實度面에서 恒時 높았다:
- 補助制御盤, 非常停止制御盤, 플랜트 컴퓨터 시스템이 包含되었다.

— 長時間에 걸친 過渡狀態를 持續시킬 수 있는 모델.

— BOP 設備 모델, 特히 電氣系統을 擴大하였다.

• 初期條件과 機能障碍는 物理的으로 일어날 수 있는 것만으로 그 件數를 制限하였다.

• 增大되는 電力會社側 要求條件을 充足시키기 위해 컴퓨터를 充實하게 하였다:

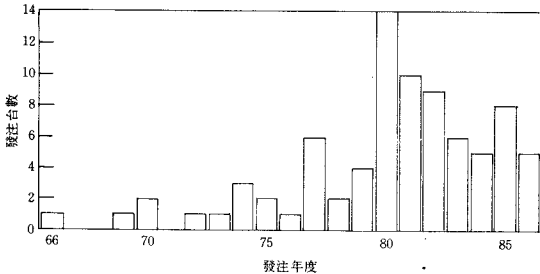
— 一次後에 使用할 수 있는 餘裕를 주기 위해 50%의 豫備使用率에 대한 要求條件이 常例가 되었다.

이 期間中에 新規發注量이 顯著히 줄어들었다. 앞서의 TMI期間中 5年間 Singer社는 28 台를 受注한데 反해 1987年 3月 1日 現在로 6 台를 受注하고 있을 뿐이다. WH社도 지금은 8 台로 줄었으나 이 受注量은 이 會社가 이 시뮬레이터市場의 占有率에서 主導的인 位置를 固守하는데 充分한 것이었다. 또한 이 期間에는 市場에 새로운 競合會社가 하나 생겼는데 캐나다의 CAE社가 지금까지 合計 7件의 契約을 受注하였다.

메이커의 發展

앞서 말한 바와 같이 初創期 前盤의 시뮬레이터 메이커는 GE, WH, Singer의 3個社에 局限돼 있었다. 이中 앞의 두 會社는 그들의 NS-SS 事業을 돕기 위해 플랜트運轉員 訓練用 시뮬레이터를 製作했다. 이 期間中에 國內電力會社에 시뮬레이터를 納品한 會社는 Singer-Link 1個社뿐이다. 시뮬레이터 潛在期 中盤에 EAI社는 電力會社들에게 시뮬레이터를 販賣하기 위한 大的인 販促活動을 벌였다. WH社와 GE社는 消極的인 態度를 보였는데 이는 시뮬레이터 販賣로 그들의 收益性이 높은 訓練에 의한 收入이 蠶蝕되지 않을까 하는 憂慮때문이었다. 1970年代末에 EAI社는 5台의 시뮬레이터를 受注하였다. 1983年 1月 現在로 EAI, CE, Gould, SAI 등 各社의 시뮬레이터 受注量의 合計는 13

現在 美國의 原子力시뮬레이터市場의 主要供給業體는 Singer, WH, CAE 3個社이며 몇개 外國業體들이 美國市場에 進出하고 있으나 아직은 시뮬레이터 納品契約을 受注한 것은 없다.



美國 商業用原電시뮬레이터(發注量 電力會社用과 非電力會社用 合計)

台였다. EAI와 Gould 두 會社는 그以後 繼續이 市場에 머물러 있으며 CE社는 新規의 原子力시뮬레이터入札을 自製하고 있는 實情이지만 火力發電 시뮬레이터市場에서 매우 積極的인 活動을 벌이고 있다. SAI社도 選別的으로 몇個 프로젝트에 入札했을 뿐이다.

現在 美國의 原子力시뮬레이터市場의 主要供給業體는 Singer, WH, CAE 3個社이며 몇개 外國業體들이 美國市場에 進出하고 있으나 아직은 시뮬레이터 納品契約을 受注한 것은 없다(外國業體로는 프랑스의 Thomson, 日本의 東芝, 西獨의 KWU, 英國의 Rediffusion Simulation社 등을 들 수 있다). 現在의 主要시뮬레이터供給業體들을 紹介하면 다음과 같다.

Singer-Link社 : 다른 會社에서 使用 될 原子力시뮬레이터를 製作하기 始作한 最初의 會社이다. 需要處의 機能的인 仕樣에 맞게 시뮬레이트하는 것이 이 會社의 오래 된 強點이다. 1970~1974年사이에 Singer社는 10件의 시뮬레이터 納品契約 商談을 벌였다. 1974年까지는 다른 會社에 의해 納品된 內需用시뮬레이터는 Dresden 原電을 위한 GE社製品과 Zion 原電을 위한 WH社 製品뿐이었다.

1975년부터 1979년까지 Singer社는 시뮬레이터市場을 繼續 席捲하고 있었으며 2台的 原型 시뮬레이터를 製作한 GE社와 WH社는 시뮬레이터의 受注活動을 公開發적으로 벌이는 것을 꺼려하는 듯이 보였다. 지금까지 Singer社는 13台的 內需用과 6台的 海外輸出用 시뮬레이터를 獨占하다시피 했다. Singer社의 總 19台的 시뮬레이터 納品實績은 그 외의 모든 다른 메이커들의 實績(WH社 6台, EAI社 6台, GE社 1台 등)을 無色하게 하는 것이었다.

TMI事故時부터 1984年末까지의 5年사이에 Singer社는 29台를 더 受注하였으며 이로써 이 會社의 原子力시뮬레이터 總受注實績은 48台에 이르렀다. 이 48台的 內譯은 다음과 같다 :

NSSS메이커名	Singer社受注分	他社受注分
GE - BWR	19	5
WH - PWR	12	25
CE - PWR	6	5
B & W - PWR	6	2
其 他	5	(未詳)

이 表에서 알 수 있는 바와 같이 Singer社는 實績上으로 GE-BWR 플랜트의 시뮬레이터에 대해서는 異論의 餘地없이 壓倒的이었으며 이것이 이 會社의 總事業規模의 40%以上을 차지하는 結果를 가져왔다.

1984年末에 新規의 原子力시뮬레이터 受注量은 피이크에 達했다. 1975~1984年사이에 Singer社는 平均年 5台的 시뮬레이터를 受注했다. 그러나 1984년에 Singer社는 단지 2件의 新規注文과 1件의 「讓受」契約(西獨에서의 EAI社의 BBR시뮬레이터 納品契約에 대한)을 受注했을 뿐이다. 1985年과 1986년에 Singer社는 4件의

新規契約을 受注하였다.

WH社 : 이 會社自體內的 NSSS訓練 프로그램의 一環으로 原子力시뮬레이터를 製作했고 그 後에 電力會社들에게 시뮬레이터를 오피하게 되었던 唯一한 會社이다. 製品, 서비스, 訓練面에서 原子力과 電力業界에 一元化된 完全한 製品을 오피할 수 있는 것이 WH社의 特徵이다.

1969년에 WH社는 Commonwealth Edison社와 合作으로 Zion原電 시뮬레이터의 製作 및 運轉 프로젝트에 着手했으며 1972년에 이 시뮬레이터는 始動되었다. 1972年末에 WH社는 이 Zion原電 시뮬레이터의 複製品을 日本의 技術提携先에 納品하여 1974년에 稼動을 始作했다. 1977년에 WH社는 스웨덴電力廳과 세번째의 시뮬레이터納品契約을 맺었다. 이 會社는 美國의 電力産業界에 대한 서비스와 專門人員養成을 위한 事業을 擴張하기 위해 이 會社의 研修院에 2台的 SNUPPS시뮬레이터를 設置하였다(Zion發電所에 SNUPPS-I, 피츠버그에 SNUPPS-II 시뮬레이터 設置). 1979年末까지 WH社는 5台的 시뮬레이터를 製作했으며 지금도 美國內 電力會社들을 相對로 積極的으로 販促活動을 벌이고 있다.

TMI事故時로 부터 1984年末사이에 WH社는 12台的 시뮬레이터(內需用 9台, 輸出用 3台)를 더 受注하여 이 會社의 시뮬레이터 總受注量은 17台에 達했다. TMI事故以後에 WH社는 시뮬레이터 受注活動에 積極的으로 나서기 始作했으며 年平均 3台꼴로 受注하였다. WH社가 1985년과 1986년에 受注한 시뮬레이터台數는 新規로 8台가 追加되었다. 따라서 1987年. 3月 1日 現在로 WH社가 製作한 시뮬레이터의 總台數는 25台에 이른다.

또한 WH社는 特別한 케이스로 2台的 潛在期에 製作된 舊型시뮬레이터 (Shearon Harris와 McGuire)를 代替하는 契約도 受注한 바 있다.

CAE Electronics社 : 美國의 原子力시뮬레이터市場에 成功的으로 進出한 最初의 外國메이커는 이 캐나다의 CAE社뿐이다. CAE社는 1947년에 飛行機操縱訓練用 시뮬레이터의 開發을 始作하여 캐나다의 아날로그 시스템을 Singer社에 提供한 바 있었다.

1973년에 CAE社는 Ontario Hydro社의 도움으로 原子力시뮬레이터市場에 進出하였다. 1976년에 이 會社는 同社의 最初의 CANDU 爐시뮬레이터를 Pickering-A 플랜트에 設置하였다. 이 會社는 1979년에 4台的 CANDU 爐시뮬레이터를 各各 1983, 1984, 1986, 1988년에 稼動開始하는 條件으로 Ontario Hydro社로 부터 注文을 받았다.

1984년에 CAE社는 美國의 原子力시뮬레이터市場에 進出하기 위해 戰略的인 活動을 벌였다. 즉 이 會社는 4個의 NSSS메이커別 플랜트型式 各各에 對해 하나씩 시뮬레이터 納品契約을 맺기 위한 戰略을 發表하였다. 이러한 目標을 達成하기 위한 第1段階 措置는 1984年初에 Boston Edison社 傘下의 Pilgrim原電(BWR)의 시뮬레이터納品契約을 受注하여 Singer社를 놀라게 했을 때 表面化되었다. 같은 해 後盤期에 이 會社는 Florida Power & Light社 傘下의 Turkey Point原電(WH社 PWR)과 St. Lucie原電(CE社 PWR)의 시뮬레이터의 一括發注入札에서 WH社와 Singer社를 모두 물리치고 受注하였다. 그後 1年半동안 注文을 못 따냈으나 1986年 中盤에 CAE社는 3台的 B & W 플랜트의 시뮬레이터 納品을 위한 大規模의 一括契約을 受注하였다. 「3個의 協力業體」(Florida Power社, Toledo Edison社, Sacramento Municipal Utility District社)에서는 그 傘下의 Crystal River, Davis Besse, Rancho Seco原電의 시뮬레이터를 CAE社에 一括發注했는데 이는 一括購入함으로써 顯著히 購入價格을 낮출 수 있다는 計算에서이다.

1986년에 Gentilly 2號 플랜트를 위한 6번째

(表 1) 시뮬레이터設置現況 (美國電力會社)

會社名	플랜트名	NSSS	發注年度	稼動開始	메이커名
Consolidated Edison	Indian Point 2	W	1972	1975	Singer
Carolina Power & Light	Shearon Harris 1 ^a	W	1973	1978	Singer
Duke Power	McGuire 1,2 ^a	W	1974	1976	Singer
Tenn. Valley Authority	Browns Ferry 1, 2, 3	GE	1974	1976	Singer
Tenn. Valley Authority	Sequoyah 1, 2	W	1974	1976	Singer
Virginia Electric Pwr.	Surry 1, 2	W	1975	1978	EAI
Pa. Power & Light	Susquehanna 1, 2	GE	1976	1979	Singer
Wash. Pub. Pwr. Sup. Syst.	WNP 1	B & W	1977	1979	Singer
Arizona Public Serv.	Palo Verde 1, 2, 3	C-E	1977	1980	EAI
Public Ser. Co. of N. H	Seabrook 1, 2	W	1978	1981	Singer
Philadelphia Electric	Limerick 1, 2	GE	1978	1980	Singer
Tenn. Valley Authority	Bellefonte 1, 2	B & W	1979	1982	Singer
Duke Power	Oconee 1, 2, 3	B & W	1979	1983	EAI
Carolina Power & Light	Brunswick 1, 2	GE	1979	1984	EAI
Commonwealth Edison	LaSalle 1, 2	GE	1979	1983	EAI
Union Electric	Callaway 1	W	1980	1982	W
Kansas Gas & Electric	Wolf Creek	W	1980	1982	W
Georgia Power	Vogtle 1, 2	W	1980	1982	Singer
Miss. Power & Light	Grand Gulf 1, 2	GE	1980	1982	Singer
Georgia Power	Hatch 1, 2	GE	1980	1982	Singer
Gulf States Util.	River Bend 1	GE	1980	1983	Singer
Consumers Power	Palisades	C-E	1980	1983	Singer
Consumers Power	Midland 1	B & W	1980	1983	Singer
Consumers Power	Midland 2	B & W	1980	1983	Singer
Commonwealth Edison	Braidwood 1, 2	W	1980	1983	W
Alabama Power	Farley 1, 2	W	1980	1983	W
S. Carolina Gas & Elec.	Virgil C. Summer 1	W	1980	1983	W
Public Ser. Elec. & Gas	Salem 1, 2	W	1980	1984	EAI
Houston Lighting & Power	South Texas 1, 2	W	1980	1985	Gould
Wash. Pub. Pwr. Sup. Syst.	WNP 3	GE	1980	b	Gould
Detroit Edison	Fermi 2	GE	1981	1983	Singer
So. Cal. Edison	San Onofre 2, 3	C-E	1981	1983	Singer
Northern States Power	Prairie Island 1, 2	W	1981	1983	Singer
Public Ser. Elec. & Gas	Hope Creek 1, 2	GE	1981	1984	Singer
Wisconsin Public Service	Kewaunee	W	1981	1984	Singer
Northern States Power	Monticello	GE	1981	1984	Singer
Niagara Mohawk Power	Nine Mile Point 1	GE	1981	1984	Singer
Maine Yankee	Maine Yankee	C-E	1981	1984	Singer
Arkansas Power & Light	ANO 1	B & W	1981	1984	EAI
Baltimore Gas & Elec.	Calvert Cliffs 1, 2	C-E	1981	1984	C-E
Virginia Electric Power	North Anna 1, 2	W	1982	1983	SAI
Wash. Pub. Pwr. Sup. Syst.	WNP 2	C-E	1982	1984	Gould
Pacific Gas & Electric	Diablo Canyon 1, 2	W	1982	1984	W
Niagara Mohawk Power	Nine Mile Point 2	GE	1982	1985	Singer
Duquesne Light	Beaver Valley 1, 2	W	1982	1984	W
Illinois Power	Clinton 1, 2	GE	1982	1984	Singer
Texas Utilities Gen.	Comanche Peak 1, 2	W	1982	1984	Singer
Northeast Utilities	Millstone 2	C-E	1982	1984	Singer
Arkansas Power & Light	ANO 2	C-E	1982	1985	Gould
Northeast Utilities	Millstone 3	W	1982	1985	Singer
Carolina Power & Light	Shearon Harris 1 ^a	W	1983	1985	W
Northeast Utilities	Millstone 1	GE	1983	1985	Singer

會社名	플랜트名	NSSS	發注年度	稼動開始	메이커名
Conn. Yankee	Haddam Neck	W	1983	1985	Singer
General Pub. Util.	Three Mile Is. 1	B & W	1983	1985	Singer
Vermont Yankee	Vermont Yankee	GE	1983	1985	Singer
Rochester Gas & Elec.	Robert E. Ginna	W	1983	1986	W
Long Island Lighting	Shoreham	GE	1984	1986	Singer
Louisiana Power & Lt.	Waterford 3	C-E	1984	1986	Singer
Boston Edison	Pilgrim 1	GE	1984	1987	CAE
Florida Power & Light	St. Lucie 1, 2	C-E	1984	1987	CAE
Florida Power & Light	Turkey Point 3, 4	W	1984	1987	CAE
Philadelphia Electric	Peach Bottom 1, 2	GE	1985	1987	Singer
Carolina Power & Light	Robinson 2	W	1985	1988	W
Duke Power	Catawba 1, 2	W	1985	1988	W
N. Y. Power Authority	Indian Point 3	W	1985	1988	W
N. Y. Power Authority	Fitz Patrick	GE	1985	1988	Singer
American Elec. Power	D. C. Cook 1, 2	W	1985	1988	Singer
Tenn. Valley Authority	Watts Bar 1, 2	W	1985	1988	Singer
Duke Power	McGuire 1, 2 ^a	W	1986	1988	W
Toledo Edison	Davis Besse	B & W	1986	1989	CAE
Florida Power Corporation	Crystal River	B & W	1986	1989	CAE
SMUD	Rancho Seco	B & W	1986	1989	CAE
Cleveland Elec. Illum.	Perry	GE	1986	1980 ^c	Singer
Portland General Elec.	Trojan	W	1986	1990	W

^aFirst simulator was removed and replaced.

^bIn storage at Singer-Link.

^cResold by GE to Cleveland Electric Illuminating Co.

CANDU 시뮬레이터를 受注한 것을 끝으로 受注以來 總 12件의 受注量을 記錄하면서 CAE의 昨年度 受注는 끝났었다.

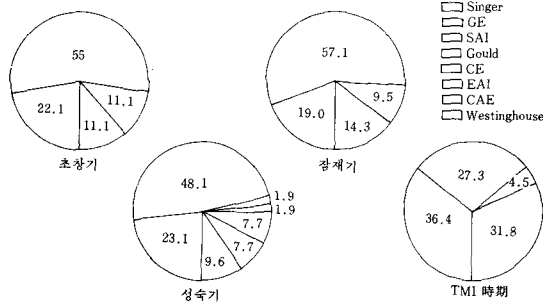
電力會社들의 協調

美國電力會社들은 그들의 플랜트現況, 經濟事情, 人員訓練方式에 따라 程度의 差異는 있었

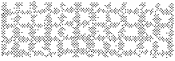
지만 시뮬레이터의 開發에 同調하였다. 이 가장 새로운 概念을 熱熱히 支持한 會社가 있는가 하면 觀望만 하고 있는 會社도 있었고 이 兩極端의 態度사이에서 各樣各色的의 支援이 이루어졌다.

그 內容이야 어떻던 間에 이 分野에 대해 眞正으로 開拓者口實을 한 電力會社는 몇 個社에 不過했다. 시뮬레이터分野에서 開拓者로 指目될 수 있는 電力會社들은 모두 그들의 寄與度에 있어 獨特한 面을 가지고 있다.

• Commonwealth Edison 社 : 이 會社는 GE社와 WH社 두 會社와 合作으로 研修院을 開設하는데 主導的인 役割을 했으며 이로써 시뮬레이터의 原型開發時代가 始作되었다. Dresden과 Zion原電의 시뮬레이터 以外에도 이 會社는 Braidwood와 LaSalle原電에 대해서도 시뮬레이터를 發注하였다. Commonwealth Edison社가 이렇게 積極的으로 나서지 않았더라면 시



메이커별 시뮬레이터市場占有率 (%)



그 다음 그룹으로는 TMI事故後에 시뮬레이터를 發注한 會社들이 다. 이들 會社들은 TMI事故가 發生하지 않았더라면 果然 시뮬레이터를 購入했겠는가 라고 疑心이 가는 會社들이다.



물레이터原型開發時代가 到來했을지는 疑問이다.

• **Consolidated Edison 社** : 이 會社는 1972年에 Indian Point 2號 플랜트의 시뮬레이터를 發注함으로써 原子力시뮬레이터 1台를 正式으로 購入한 最初의 電力會社가 되었다. 또한 이 會社는 Indian Point原電에서 3個 유닛를 稼動시키게 될 것이라는 豫想下에 會社自體 人員의 訓練을 充足시키기 위해 시뮬레이터 1台를 購買한 最初의 會社이기도 했다.

• **TVA 社** : 이 公社는 國營企業體로써 各種 시뮬레이터를 購入한 最初의 電力會社이다. 1974年에 TVA社는 Browns Ferry와 Sequoyah 플랜트의 시뮬레이터를 購入했다. 그 以後로 1979年에 Bellefonte 플랜트 시뮬레이터를 購入하고 1985년에는 Watts Bar 시뮬레이터를 發注했다. 또한 TVA社는 3가지 型式의 NSSS (GE - BWR/WH-PWR/B&W-PWR)에 대해 시뮬레이터를 保有하고 있는 最初의 電力會社였다.

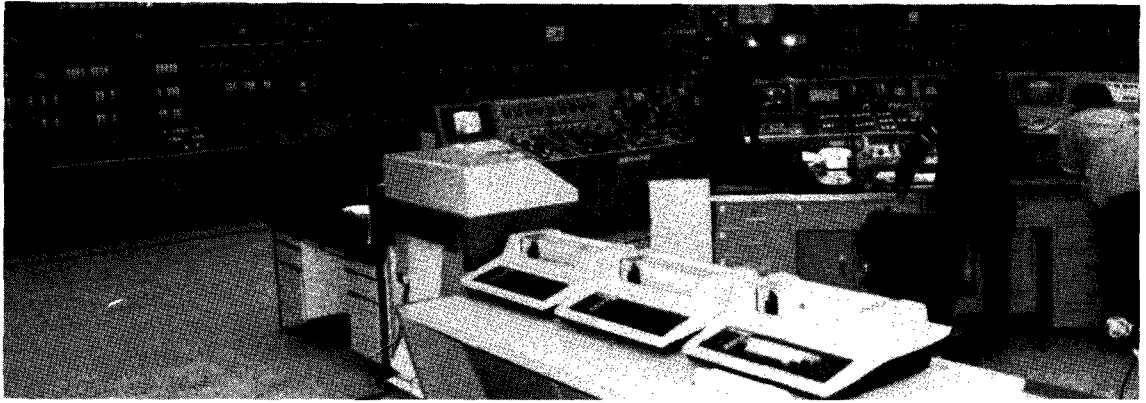
• **Carolina Power & Light 社와 Duke Power 社** : 이 두會社는 1973年과 1974年에 各各 Shearon Harris와 McGuire 시뮬레이터를 購入하여 Consolidated Edison 社에 이어 시뮬레이터를 購入한 두 번째, 세 번째의 電力會社가 되었다. 이 두 民間業體는 그 後 1979年에 各社別로 두 번째 시뮬레이터를 購入했다 (CP & L社는 Brunswick原電, Duke社는 Oconee原電에 대한 시뮬레이터를 購入했다). 1980年代로 들어와서 이 두會社는 또 하나의 刮目할만한 措置를 取했는데 이는 세번째 시뮬레이터 (CP & L社의 Robinson原電, Duke社의 Catawba原電의 시뮬레이터)를 購入하여 既存의 Shearon Harris와 McGuire 시뮬레이터를 交替했다. 當初의 CP&

L社의 Shearon Harris 시뮬레이터의 設計는 1973年에 始作되었으며 이의 交替는 1983年에 始作되었다. Duke社의 McGuire 시뮬레이터는 1974年型에서 1986年型 시뮬레이터로 代置되었다.

• **Virginia Power 社** : 1975年에 이 會社는 EAI社로 부터 Surry原電의 시뮬레이터를 購入함으로써 Singer-Link社 以外의 業體로 부터 시뮬레이터를 購入한 最初의 電力會社가 되었다. 1982年에 이 會社는 最初의 製品을 내는 또다른 시뮬레이터 메이커에게 門戶를 開放해 주었다. 이 경우에는 North Anna原電의 시뮬레이터를 製作하는데 있어 SAI社와 共同作業을 벌였다.

비록 이러한 開拓會社들 처럼 뚜렷하게 寄與할 수 있는 機會를 갖지는 못했으나 이들 開拓者들에 이어 많은 電力會社들이 原子力시뮬레이터를 支援하고 開發하는데 있어 重要한 役割을 했다. 이들 電力會社들은 시뮬레이터에 의한 訓練에서 얻는 利點을 眞心으로 認定하면서 購入한 그룹의 會社들이다. 그 다음 그룹으로는 TMI事故後에 시뮬레이터를 發注한 會社들이다. 이들 會社들은 TMI事故가 發生하지 않았더라면 果然 시뮬레이터를 購入했겠는가 라고 疑心이 가는 會社들이다. 그러나 이 事故가 그들의 購買決定을 내리는 時期를 앞당기는데 決定的인 影響을 미쳤다고 볼 수는 있을 것이다. 1984年과 그 以後에 시뮬레이터를 發注한 會社들은 「後期發注者」라고 부를 수 있을 것이다. 이들 會社들은 大概 그들의 플랜트가 아직 稼動段階에 이르지 못했거나 그렇지 않으면 어떤 아주 代表的인 시뮬레이터에 쉽게 接할 수 있는 會社들이다.

• **未發注會社** : 美國內에는 아직도 플랜트專用의 시뮬레이터를 發注하지 않고 있는 플랜트



가 10군데나 있다. 이들 電力會社들이 앞으로 어떠한 措置를 取하게 될지는 아직 確實하지 않다. 이러한 會社와 플랜트들을 들어보면 다음과 같다:

- | | |
|----------------------------|------------------|
| CECo, Iowa-Ill. G&E | Quad Cities 1, 2 |
| Consumers Power | Big Rock Point |
| Iowa Elec. Lt. & Power | Duane Arnold |
| General Public Util. | Oyster Creek |
| Nebraska Public Pwr. Dist. | Cooper |
| Omaha Public Pwr. Dist. | Fort Calhoun 1 |
| Public Ser. Co. of Colo. | Fort St. Vrain |
| So. Cal. Edison | San Onofre 1 |
| Wisconsin Elec. Pwr. Co. | Point Beach 1, 2 |
| Yankee Atomic Electric Co. | Yankee Rowe |

全世界의 시뮬레이터現況

美國에서 發注된 80台以上の 原子力시뮬레이터의 發注量은 나머지 自由世界 國家들에 의해 發注된 合計 50台以下の 시뮬레이터 注文量보다 많은 것이다. 美國外的 다른 原子力主導國들은 若干 中央集約的인 訓練센터를 運營하는 傾向이 있다. 프랑스는 3個의 地域單位別로 設立한 研修院을 갖고 있으며 日本은 2個의 研修院(PWR와 BWR을 위해 各各 하나씩)을 갖고 있다. 西獨, 스페인, 스웨덴은 各各 1個의 中央研修院을 運營해왔다. 그 외의 나머지 나라들은 플랜트

現場에 시뮬레이터를 設置하고 있는 것으로 보인다.

全世界의 시뮬레이터들은 大部分 그 設計에 있어 該當플랜트에 대해 풀·스코프로돼 있지만 아래에 表記한 시뮬레이터들은 플랜트專用시뮬레이터가 아니라는 點이 興味롭다.

國家別	基準플랜트	備 考
브라질	Angra 2	플랜트 未完成
日 本	JNTC 1 ^{가)} -Zion	US-WH 4-Loop
日 本	BOTC1 ^{나)} -Dresden	US-GE 初期BWR
韓 國	KNU-Surry	US-WH 3-Loop
스페인	Lemoniz	플랜트 建設取消

註: 가) 日本原子力研修院(PWR 訓練)

나) BWR 運轉員研修院

西獨의 시뮬레이터는 그 設計에 있어 包括的이다. 訓練에 있어 中央集約的인 方式을 取하기 때문에 어떤 特定한 플랜트를 連續的으로 시뮬레이트하는데 대해 別로 關心을 두지 않는다. 日本은 2基의 日本플랜트를 시뮬레이트했을 뿐이며 2基의 美國플랜트를 基準한 시뮬레이터設計를 輸入했다.

結 論

新規의 시뮬레이터 製作은 이 市場이 거의 飽和狀態에 達했기 때문에 沈滯돼 있다. 시뮬레이터를 지금은 갖고 있지 않으나 앞으로 購入할 可能性이 있는 것으로 보이는 電力會社數는 12

〈表2〉非電力會社用 시뮬레이터現況

會社名	基準플랜트	NSSS	發注年度	稼動開始	메이커名
GE & CECo, Joint Venture	Dresden 2	GE	1966	1968	GE
B & W, Lynchburg, Va.	Rancho Seco	B & W	1969	1971	Singer
W & CECo, Joint Venture	Zion	W	1970	1972	W
C-E Windsor	Calvert Cliffs	C-E	1970	1973	Singer
GE under lease to NRC	Black Fox	GE	1977	1979	Singer
W, Zion, Ill.	SNUPPS I	W	1977	1979	W
W, Pittsburgh, Pa.	SNUPPS II	W	1977	1981	W
W, Pittsburgh, Pa.	DENGSI ^a	W	1985	1986	W
W, Brussels	DENGSI ^a	W	1984	1985	W
W, Hanford, Wash.	FFTF	W	1975	1977	W

^aDevelopmental Engineering Simulator

〈表3〉美國/카나다 시뮬레이터 輸出實績

會社名	基準플랜트	NSSS	發注年度	稼動開始	메이커名
Mitsubishi Group	Zion-JNTC ^a	W	1972	1974	W
Korea Electric Power	Surry	W	1978	1981	EAI
Taiwan Power	Chinshan	GE	1973	1976	Singer
Ontario Hydro	Pickering A	AECL	1973	1976	CAE
Kraftwerksschule	Biblis	KWU	1974	1978	Singer
Kraftwerksschule	Kernkraftwerk	KWU	1974	1978	Singer
Kraftwerk Union	Karlstein Training Ctr.	KWU	1977	1978	Singer
Technatom	Coferentes	GE	1977	1979	Singer
Technatom	Lemoniz	W	1976	1978	Singer
Swedish State Power Bd.	Ringhasl	W	1977	1979	W
Ontario Hydro	Bruce A	AECL	1979	1983	CAE
Ontario Hydro	Pickering B	AECL	1980	1984	CAE
Ontario Hydro	Bruce B	AECL	1982	1986	CAE
Ontario Hydro	Darlington	AECL	1984	1988	CAE
Taiwan Power	Ma nshan	W	1980	1984	W
SWedish State Power Bd.	Forsmark/Oskar.	ASEA	1981	1983	Singer
ENEL	Montalto di Castro	GE	1981	1985	Singer
ENEA	ENGSI ^b	W	1983	1985	W
Taiwan Power	Kuosheng	GE	1983	1985	Singer
Korea Electric Power Corp.	KNU 7/8 ^c	W	198	1986	W
Kraftwerksschule	BBR ^d	BBR	1984	1985	EAI/Singer
NOK-Switzerland	Beznau	W	1985	1987	W
Hydro Quebec	Gentilly 2	AECL	1986	1988	CAE

^aJapan Nuclear Training Center --for PWRs.

^bEngineering Simulator.

^cKorea Nuclear Unit.

^dSimulates several BBR plants.

個社도 못된다. 앞으로 製作될 시뮬레이터들은 오늘날의 이것들에 대한 基準플랜트와 마찬가지로 規制와 技術의 變化에 따라 發展해 나가야 한다는데 대해서는 疑心の 餘地가 없다. 그러나 시뮬레이터市場의 短期的인 將來性을 展望해본다면 品質改善, 代替시뮬레이터, 若干의 시뮬

레이터의 新規注文 등이 앞으로의 시뮬레이터事業의 全部가 될 것으로 보인다.

컴퓨터와 소프트웨어技術의 發展은 原子力産業의 成熟과 더불어 오늘날의 原子力시뮬레이터의 保有台數에 急激한 影響을 미칠 것으로 豫想된다. TMI事故前에 設計된 시뮬레이터를 이미

保有하고 있는 所有主의 大部分은 다음과 같은 問題에 當面하게 될 것이다.

- 하드웨어의 老朽化를 克服하고 計算力을 補強하기 위해 既存시뮬레이터의 컴퓨터 유닛를 代替하거나 改善할 것인가.

- 플랜트制御室의 情報傳達速度에 맞추고 設置場所를 줄이기 위해 I/O 기어를 代替할 것인가.

- 보다 높은 忠實도와 보다 廣範한 過渡狀態를 통해 보다 더 複雜한 시나리오를 시뮬레이트 할 수 있도록 소프트웨어 모델을 改善할 것인가.

- 시뮬레이션의 스크프를 擴大하여 TMI事故後의 計裝方式(SPDS, TSC, ERF, RVLIS 등)을 包含시킬 것인가.

- 訓練 效果를 높이기 위해 Instructor Station을 改善할 것인가.

보다 잘 設計되거나 維持되고 있는 TMI時期나 成熟期의 一部 시뮬레이터를 除外한 나머지의 稼動中인 시뮬레이터를 갖고 있는 所有主들은 큰 變化를 가져오는 것은 아니지만 다음 事項에 대해 確實한 決定을 내리지 않으면 안될 것이다.

- 시뮬레이션의 스크프에 Back Panel과 Shutdown Panel을 包含시킬 것인가.

- Touch Screen과 같은 特性을 갖추도록 하여 使用者에게 보다 便利한 Instructor Station을 마련할 것인가.

- 시뮬레이터를 플랜트診斷器具로 使用하거나 또는 이것에 人爲的인 情報를 包含시키는 등, 將來의 必要성과 用途에 대해 지금부터 對辨할 것인가.

最初 4台的 初創期 시뮬레이터의 稼動을 責任지었던 NSSS供給業者들은 繼續적으로 그들의 시뮬레이터를 改造하거나 改善해 갔다. 潛在期시뮬레이터의 所有主들은 벌써 이러한 問題를 다루기 始作했다. 大體 10個의 電力會社들이 시뮬레이터의 컴퓨터裝置를 改善했던 것으로 알려져 있으며 6個社程度가 廣範困한 모델링과 소프트웨어改善을 始作했었다. 既存시뮬레이터를

代替한 Duke社와 CP & L社外에 外國의 한 電力會社도 이와 같이 할 뜻을 밝혔다.

이러한 措置들은 모두 各會社에서 自發적으로 施行된 것이었다. 1987年 4月부터 發効된 NRC의 오랫동안 苦待했던 시뮬레이터 認證基準이 正式으로 發表됨으로써 시뮬레이터產業界는 그 동안에 생긴 많은 問題들을 積極적으로 提起할 것으로 보인다. 이러한 認證基準制定에 대한 첫 反應은 10年程度 稼動돼온 시뮬레이터는 그동안 지나칠 程度로 改善되지 않았다면 代替의 첫 對象이 되는 것이 아니냐 하는 것이었다. 大部分의 다른 業體들은 主要모델의 改善을 어느 程度 施行함과 同時に 컴퓨터裝置의 改善作業을 始作할 것으로 보인다.

한편 지금까지 新規시뮬레이터의 製作을 專門으로 하고 있던 시뮬레이터 메이커들은 멀지않아 그들의 運營方針을 바꾸어 보다 더 서비스提供에 專念하던지 아니면 다른 分野의 시뮬레이터로 擴大해 나가던지 아니면 이 시뮬레이터分野에서 손을 떼던지 하지 않으면 안될 것이다. 이들 시뮬레이터들이 原子力訓練用이라는 點을 勘案할 때 1990年까지는 시뮬레이터 메이커들의 1次의인 機能은 시뮬레이터에 대한 維持補修서비스를 提供하는 것이 될 것이다.

過去 20年間に 걸쳐 發展해온 시뮬레이터의 訓練效果를 높이는 일은 原子力發電事業의 安全과 繁榮을 가져오는 關鍵이 될 것이다. 實際적으로 美國의 모든 原電플랜트들은 플랜트自體에서 시뮬레이터를 運營하는 方向으로 나가고 있다. 따라서 시뮬레이터產業界가 해야 할 일은 이러한 設備들이 可及의 最高水準의 訓練을 提供할 수 있도록 保障하는 일이다.

