

僻地基礎醫療시스템의 시뮬레이션 模型設計와 分析 Simulation Model Design and Analysis on Primary Health Care Systems in Rural Community

관 수 일*
박 치 관**

Abstract

This paper deals with analysis on complex and dynamic Primary Health Care (PHC) Systems in rural community to increase understanding of the nature of PHC feedback systems. Because Industrial Dynamics can be very useful for the analysis of such complex and dynamic systems, We used that as a basic tool of Modelling and simulation running. Even if PHC system-models require many assumptions, simulations based on these models can lead decision makers to a better way of problem solving.

1. 序 論

國家에서는 政策的 次元에서 정기간호에게 6개월 동안 집중적으로 醫療敎育을 실시하여 保健專門要員 (Community Health Practitioner; CHP)으로 임용 배치하여 僻地의 의료혜택을 높이려 하고 있다.

이는 복지국가 指向이라는 측면에서 매우 높이 評價 받을 만하나 現實의으로 기초의료서비스(Primary Health Care; PHC)의 범위가 廣大할 뿐만 아니라 僻地住民들의 낮은 保健認識度는 CHP의 활동을 매우 어렵게 만들고 있다. 의료서비스의 範圍에는 선택의 여지가 없으므로 本稿에서는 僻지의료 이용율의 向上에 가장 장애요소가 되고 있는 住民들의 낮은 保健認識度를 높이는 데 分析의 초점을 맞추고자 한다.

住民들의 保健認識度를 높이기 위한 가장 좋은 방법 중의 하나가 어떤 형태로든지 保健에 관한 敎育을 실시하는 것이다. 그런데 CHP의 有限한 능력은 敎育實施에 있어서 반드시 協力集團을 필요로 한다. 僻地의 敎育協力可能集團은 公式的 組織, 非公式的 組織으로 구분할 수 있고 반상회, 부녀자회를 각각 그 대표적 형태라고 할 수 있다.

그러므로 本稿에서는 이 두 協力可能集團 중에서

어느 집단이 더 效率的인가를 分析, 保健敎育 政策立案에 助力함을 첫째 목적으로 삼고, 아울러 이 복잡하고 규모가 큰 僻지 기초의료시스템에 産業動態學의 分析方法을 도입함으로써 産業動態學의 領域을 擴張하는 것을 두번째 목적으로 삼는다. 이것은 大規模시스템의 分析에는 시뮬레이션이 매우 효율적 분석방법이며 靜態的 分析보다는 動態的 分析이 실제시스템을 더욱 잘 표현할 수 있다는 데 근거한 것이다.

2. PHC(Primary Health Care)Systems Model의 構成

가. 모델의 概要

PHC 시스템은 基本的으로 醫療서비스의 種類에 따라 다음과 같은 다섯개의 下位시스템(sub-system)으로 分類할 수 있으며,

PHC system	일반질환 의료시스템
	만성질환 의료시스템
	영유아보건 의료시스템
	母性保健 의료시스템
	家族計劃 의료시스템

그림 1. PHC 시스템의 構成

각각의 下位시스템들은 共通의으로 다음과 같은 과정을 거친다.

* 서울대학교 경영학과

** 국방관리연구소

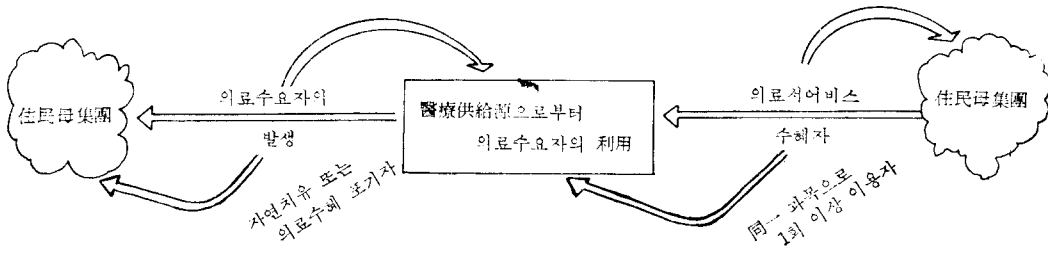


그림 2. PHC 시스템 내의 공통적 흐름

여기에서 의료공급원은 (CHP, 약국, 병원, 보건소, 한약국 등 여러가지로 分類될 수 있지만), CHP 政策의 一次의 目的이 전체 醫療利用率의 向上 및 매약이용으로 인한 藥의 誤用 및 남용위험의 감소에 있으므로 分析目的上 CHP, 약국, 기타기관으로 分類한다. 그런데 僻地住民들의 의료수혜율을 向上시키기 위해서는 반드시 보건교육을 必要로 한다. 教育으로 因한

住民들의 保健認識度가 向上되지 않으면 醫療利用의 量的, 質的 改善은 이룩되기 힘들기 때문이다. 따라서 CHP가 一定期間의 의료이용율을 파악하고 이를 기준으로 保健教育을 實施할 必要性이 絶실해진다. 그러므로 本稿에서는 前述한 다섯가지 下位시스템에 保健教育시스템을 合하여 PHC 시스템을 다음 그림과 같이 6개의 Sub-systems으로 設計한다.

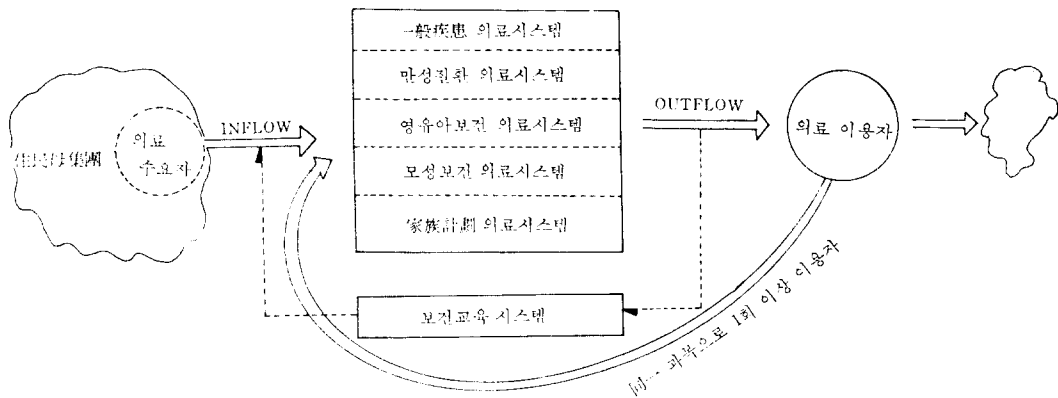


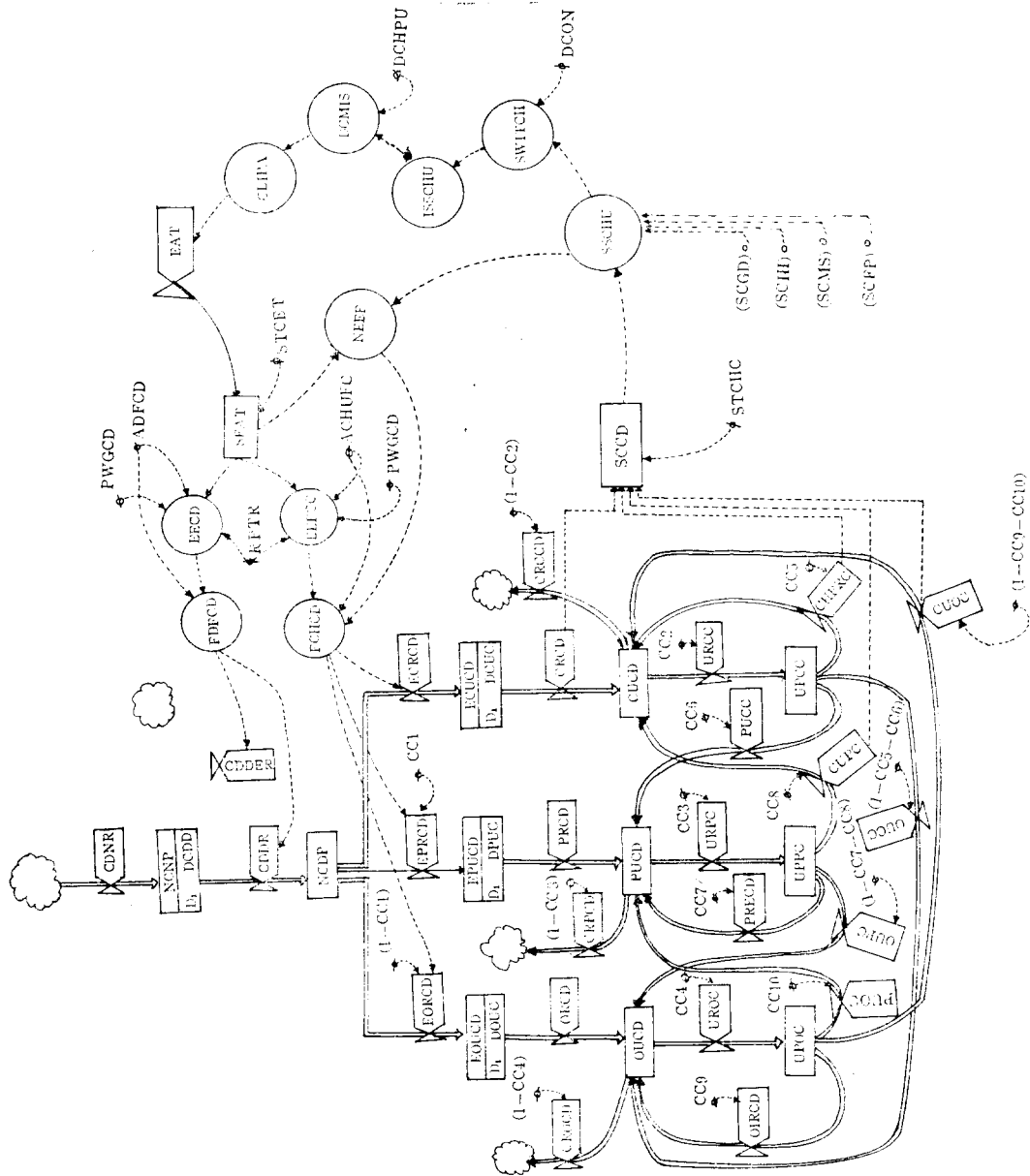
그림 3. 分析에 사용된 PHC 시스템 모델의 構成

實際에 있어서 이들 각 下位시스템은 수많은 構成要素들(Components)의 feed-back loop 으로 形成되는데 教育시스템을 제외한 나머지 下位시스템들은 構成論理가 同一하므로 여기에서는 만성질환시스템과 教育시스템을 중심으로, 構成要素들이 어떤 相互作用 및

feed-back loop 을 形成하고 있는가를 설명한다.

나. 만성질환 및 教育시스템의 시뮬레이션 모델

(1) 모델의 Flow Diagram



(2) Flow Diagram 에 사용된 變數 說明
 CDNR : Chronic Disease Health Care Service
 (CDHCS) Needing Rate.
 NCNP : Number of CDHCS
 Needing Persons.
 DCDD : Delay of CDHCS Demand.

CDDR : CDHCS Demand Rate,
 CDDER : CDHCS Demand Expiring Rate
 NCDP : Number of CDHCS Demanding Persons,
 FDFCD : Fraction of Demand From CDHCS
 needed Persons.

- EECD : Education Effect for CDHCS.
- PWGCD : Power of Group to CDHCS.
- ADFC : Average Demand Fraction for CDHCS without Education.
- EORCD : Expected Other institution usage Rate for CDHCS
- EPRCD : Expected Pharmacy usage Rate for CDHCS
- ECRCD : Expected CHP usage Rate for CDHCS.
- FCHCD : Fraction of CHP users for CDHCS from NCDP
- EEFCC : Education Effect of CDHCS to CHP users.
- EOUCD : Expected Other institution Users for CDHCS
- EPUCD : Expected Pharmacy Users for CDHCS
- ECUCD : Expected CHP Users for CDHCS
- DOUC : Delay of Other institution Usage for CDHCS
- DPUC : Delay of Pharmacy Usage for CDHCS.
- DCUC : Delay of CHP Usage for CDHCS
- ACHUFC : Average CHP Usage Fraction for CDHCS from NCDP without education.
- ORCD : Other institution usage Rate for CDHCS.
- PRCD : Pharmacy usage Rate for CDHCS.
- CRCD : CHP usage Rate for CDHCS.
- OUCD : Other institution Users for CDHCS
- PUCD : Pharmacy Users for CDHCS
- CUCD : CHP Users for CDHCS
- CROCD : Cured Rate of Other institution users for CDHCS.
- CRPCD : Cured Rate of Pharmacy users for CDHCS.
- CRCCD : Cured Rate of CHP users for CDHCS.
- UROC : Uncured Rate of Other institution users for CDHCS
- URPC : Uncured Rate of Pharmacy users for CDHCS
- URCC : Uncured Rate of CHP users for CDHCS.
- UPOC : Uncured Persons of Other institution users for CDHCS
- UPPC : Uncured Persons of Pharmacy users for CDHCS
- UPCC : Uncured Persons of CHP users for CDHCS
- OIRCD : Other Institution Reusage rate for CDHCS
- PUOC : Pharmacy Usage rate from Other institution Users for CDHCS
- CUOC : CHP Usage rate from Other institution Users for CDHCS
- PRECD : Pharmacy REusage rate for CDHCS
- OUPC : Other institution Usage rate from Pharmacy users for CDHCS
- CUPC : CHP Usage rate from Pharmacy users for CDHCS
- CHPRC : CHP Reusage rate for CDHCS
- OUCC : Other institution Usage rate from CHP users for CDHCS
- PUCC : Pharmacy Usage rate from CHP users for CDHCS
- SCCD : Smoothed CHP users for CDHCS
- STCHC : Smoothing Time to check CHP users for CDHCS
- CC1~CC10 : Outflowing fractions from each Level to next Level.
- SSCHU : Sum of Smoothed CHP Users
- ISSCHU : Influenced SSCHU by SWITCH function
- DCON : Decision CONSTANT (0 or 1)
- DCMIS : DCHPU Minus ISSCHU
- EAT : Education Time
- SEAT : Smoothed Education Time
- STCET : Smoothing Time to Check Education Time
- NEEF : Negative Education Effect.

(3) 모델構成의 論理

앞의 만성질환 및 敎育시스템모델의 Flow Diagram에서 보는 바와 같이 醫療서비스의 욕구를 느끼는 者(CDNR)의¹⁾ 일부는 (CDDER)醫療機關 接近性²⁾의 취약, 經濟的 理由 등으로 醫療서비스를 포기하고

註 1) ()안은 앞 Flow Diagram에서의 變數名을 나타냄

2) 醫療機關의 接近性이란 환자가 요구하면 언제 어디서나 보건의료서비스의 利用이 용이하고 그 접촉장구가 잘정리되어 있는 것을 말함

나머지는(CDDR) 일정기간(DCDD)內에 서서비스를 利用한다. 서서비스 利用者는 각자의 선호에 따라 CHP 이용예정자(ECRCD), 약국이용예정자(EPRCD), 기타기관 利用豫定者(BORCD)로 區分되고³⁾ 各利用豫定者들은 一定한 시간이 지나면(DCUC, DPUC, DOUC) 利用者(CRCD, PRCD, ORCD)로 분류된다. 일단 의 료서서비스를 수혜받은 者들은 治癒된者와 未治癒된 者로 區分되며 治癒된 者 및 未治癒된 者들 중에서 더 이상의 의료서서비스를 포기한 者들(CRCCD, CRPCD, CROCD)은 PHC시스템을 벗어나 住民母集團으로 귀속된다. 未治癒된 者들 중에서 계속 서서비스수혜를 원하는 者들(URCC, URPC, UROC)은 前段階에서 받은 서서비스의 質, 醫療機關의 近接性 그리고 經濟的 인 이유 등으로 前段階와 同一한 機關 혹은 다른 機關을 利用(CUOC, CHPRC, PUCC, CUPC...OIRCD)하게 된다.

前述한 바와 같이 이와 같은 현시스템을 改善하기 위해서 CHP는 一定期間동안(STCHC) CHP를 利用한 만성질환자가 포함된 CHP總利用者數(SSCHU)를 파악하고 이를 CHP目標利用者數(DCHPU)와 比較하여 그 差異나는 정도(DCMIS)에 따라 教育時間(EAT)을 결정한다. 教育의 效果(EECD, EEFCC)는 一定期間동안(STCET), 一定水準 以上の 教育이 계속되면 (SEAT)住民들의 教育參席率(PTR), 協力組織이 만성질환의료수혜에 미치는 영향력(PWCCD), 無教育狀態에서의 平均 醫療 및 CHP 利用率(ADFCD, ACH-UFC)의 영향을 받아서, 一次的으로는 전체 의료이용율에 영향을 미치고(FDFCD), 다음으로 CHP 利用率에 영향(FCHCD)을 미친다.

그런데 教育의 效果는 正의 效果外에 負의 效果(NEEF)도 가진다. 즉, CHP가 保健教育을 實施하는 時間동안에는 의료서서비스를 제공할 수 없다는 것이다. 따라서 이 현상도 적절히 分析에 반영 하였다.⁴⁾

이와 같은 教育의 效果를 分析에 반영하기 위해서 本 研究에서는 마아케팅에서 널리 사용되고 있는 광고의 認識度概念을 응용 하였다.

3. 시뮬레이션의 進行

가. PHC시스템의 特性分析

특정시스템의 特性을 파악하려면 먼저 시스템을 實際대로 두고 어떤 시점에서 變化를 주었을 때 그 시스템이 變化를 어떻게 받아들이는가를 分析하는 것이 合理的이다. 따라서 여기에서도 아직 教育政策이 반영되

지 않은 상태의 모델에서⁵⁾ Time⁶⁾ 10에 10%의 入力增加를 投入했을 때⁷⁾ 시스템의 行動에 어떤 變化가 發生하는가를 分析함으로써 시스템의 特性을 고찰하였다.

이 컴퓨터 出力에서 보는 바와 같이 PHC 시스템은 Time 10에서의 STEP Increase를 Time 20에 이르기까지 지속적으로 흡수하여 곧 均衡狀態로 귀착되는 安定的 負의 피드백(negative feedback)시스템임을 알 수 있다.

나. 教育協力集團으로서의 公式的 組織과 非公式的 組織의 比較分析

協力對象集團 公式的 組織(班常會)과 非公式的 組織(婦女子會)의 教育效果 優劣성 比較분석은 먼저 설문 조사 및 2次資料들로부터⁸⁾ 정리된 公式的 組織의 教育參席率, 各醫療科目에 미치는 영향력을 入力하여 分析한 結果와 非公式組織의 그것들을 入力하여 分析한 結果를 比較하면 된다.

그림 5는 公式的 組織을 이용한 경우의 시뮬레이션 결과이며 그림 6은 非公式的 組織의 경우이다. 이 두 시뮬레이션 결과에서 보는 바와 같이 公式的 組織의 경우가 非公式的 組織의 경우보다 CHP 利用者 數를 나타내는 S, 약국 利用者數에 대한 CHP 利用者數의 比率을 나타내는 R⁹⁾, 總醫療서서비스利用者數를 나타내는 A 등은 높고, 教育時間을 나타내는 U는 낮음을 알 수 있다. 이것은 公式的 組織을 協力集團으로 선택하는 것이 적은 教育時間投入으로 더 많은 의료이용을 向上시킬 수 있음을 의미한다. 이와 같은 結果가 發生되는 것은 비록 비공식조직 구성원들이 가족의 건강에 가장 많은 관심을 두지만 非公式的 組織을 代表하는 부녀자회 構成員들에 직접 자녀를 양육하지 않는 노년계층이 많을 뿐만 아니라 부녀자회의 集會參席率이 현저하게 낮기 때문이라고 판단된다.¹⁰⁾

- 3) 利用豫定者란 의료욕구를 충족시키고자 특정의료기관 이용을 결심한 의료수요자를 의미하며 이들은 곧 일정 지연기간이 지나 의료이용자가 된다.
- 4) 단위시간당 CHP이용자수 × (1-최소한의 CHP利用率) × 教育時間을 근거로 반영함.
- 5) 教育시스템內에 DYNAMO내장함수의 일종인 SWITCH function을 프로그램하면 PHC시스템이 教育시스템을 포함하게 할 수도 있고 제외시킬 수도 있다.
- 6) Delta Time (DT)을 의미하며 本 研究에서는 15일을 DT로 設定함. DT는 動態的 Simulation진행의 기초시간단위가 된다.
- 7) DYNAMO의 STEP function 사용
- 8) 송건용, 김홍숙, 김영일 「농어촌복지 보건의료에 관한 연구」 한국인구보건연구원, 1983, 6.
- 9) R이 높으면 제약이용도보다 CHP利用度가 높아 교육효과가 큼을 나타냄.
- 10) 조사에 의하면 公式的 組織의 참석율은 0.8, 부녀자회는 0.4이다.

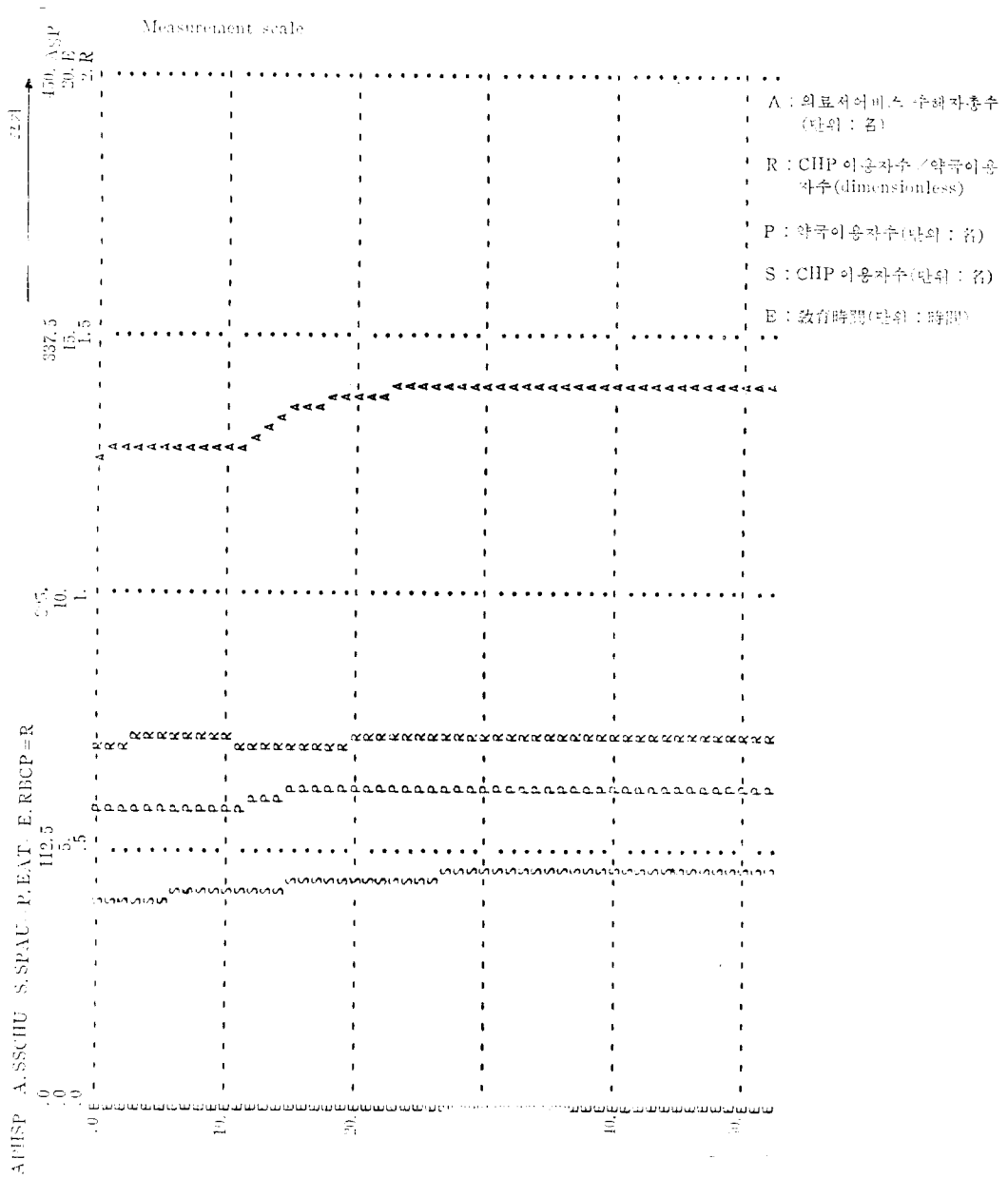


그림 4. 基本的인 시뮬레이션 結果

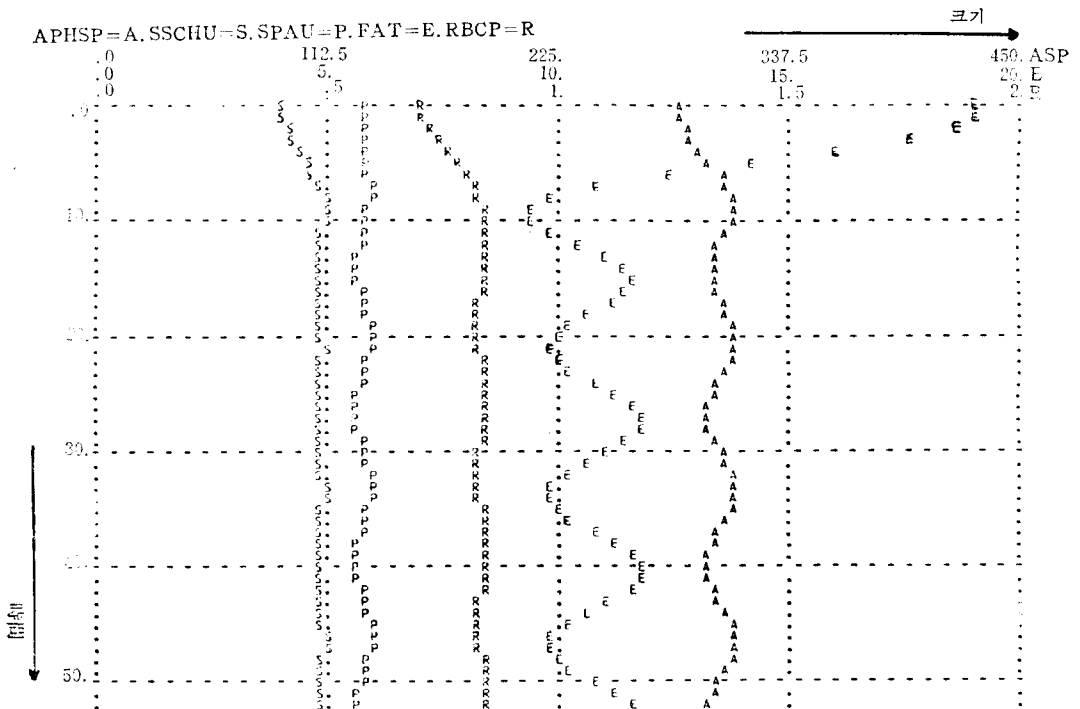


그림 5. 公式的 組織을 선택한 경우의 시뮬레이션 結果

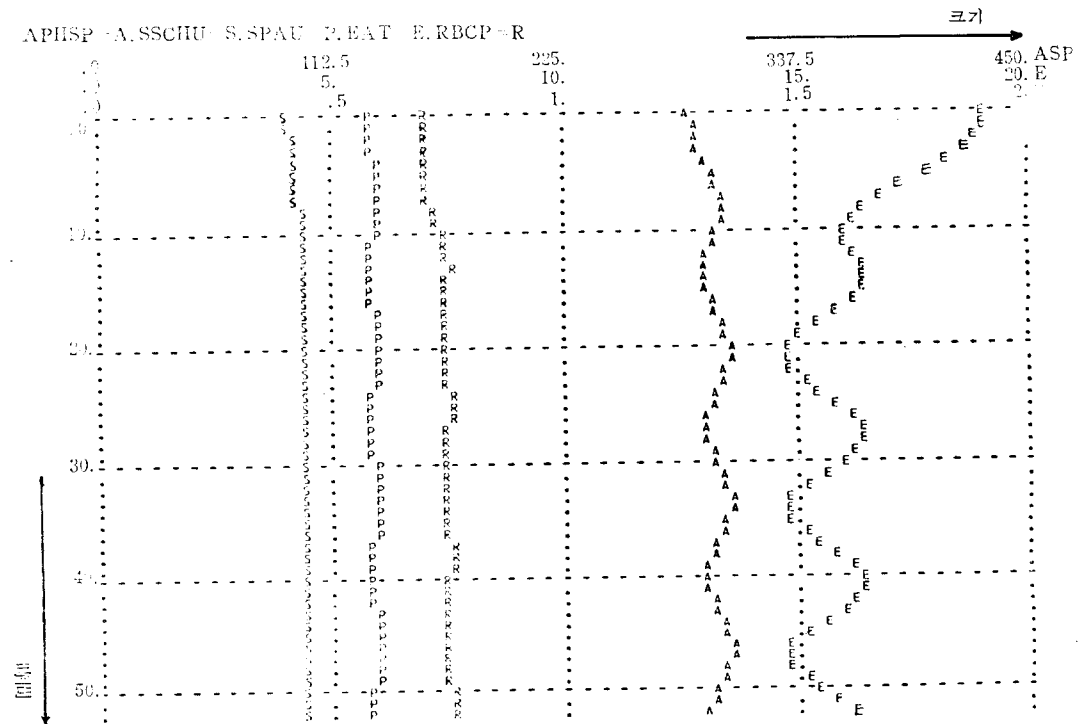


그림 6. 非公式的 組織을 선택한 경우의 시뮬레이션 結果

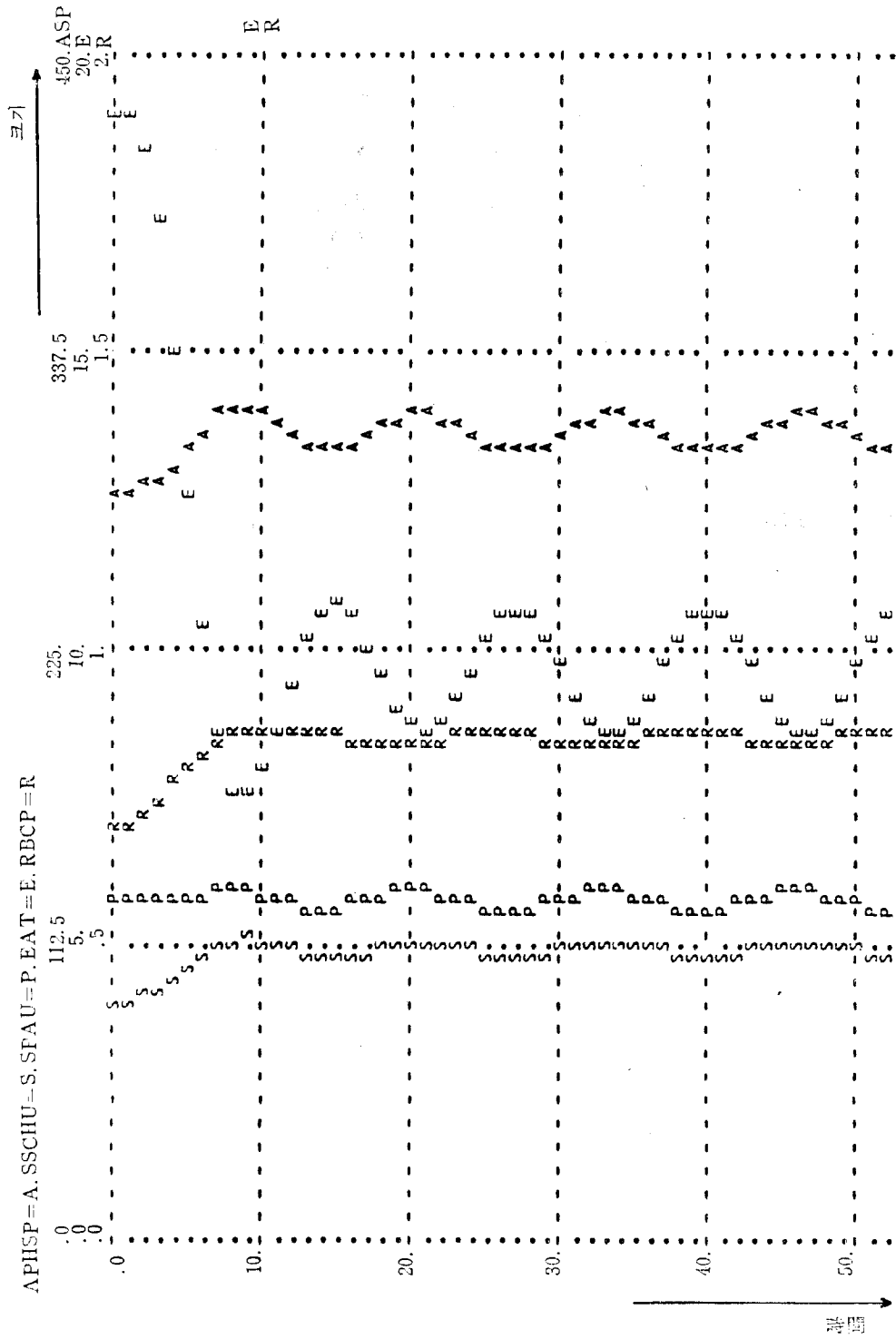


그림 7. 非公式組織의 집회참석율을 公式的 組織만큼 높였을 경우의 시뮬레이션 결과

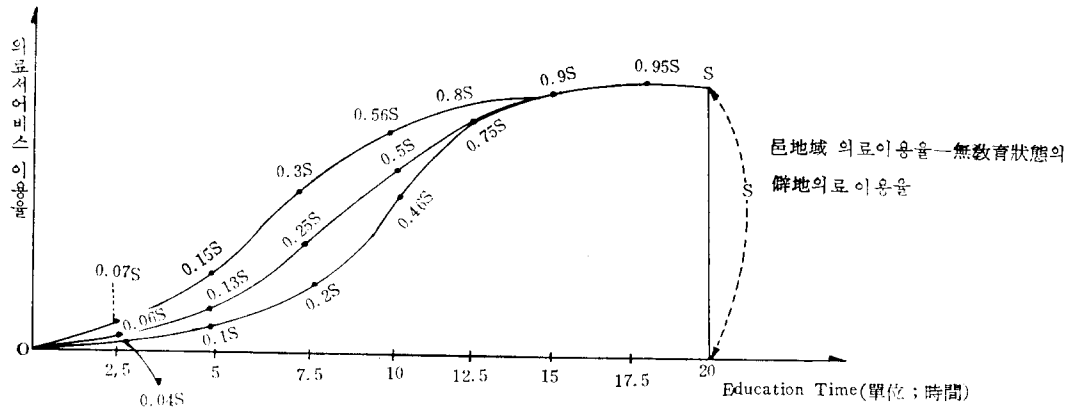


그림 8. 教育效果 敏感度分析에 入力된 TABLE 합수

따라서 僻地의 非公式的 組織이 상당히 活性化되기 前에는 公式的 組織의 集會時間을 利用하여 保健教育을 실시해야 한다고 結論 내릴 수 있다. 이는 그림 7에서 非公式的 組織의 教育參席率을 배이상 向上시켜야만 公式的 組織을 選擇한 시뮬레이션 結果를 겨우 능가할 수 있음을 보아도 알 수 있다.

그러므로 여기에서는 公式的 組織을 教育協力對象으로 선택하여 分析을 계속한다.

다. 質的 要素에 대한 敏感度分析

Forrester는 명백히 存在하는 것을 다만 主觀的이라고 하여 반영하지 않는 것은 올바른 分析이 아니라고 주장했다.¹¹⁾ 특히 그는 廣告의 效果를 經營시스템의 分析에 적용함으로써 이를 훌륭하게 證明한 바 있다.¹²⁾

教育의 效果도 廣告의 효과처럼 教育의 初期에는 교육인식도가 미약하지만 教育量이 一定水準(廣告에서는 Threshold level)을 지나면 認識度 增加率이 커지다가 다시 어느수준(廣告에서는 Saturation level)에 이르러서는 포화상태가 되어¹³⁾ 더이상의 認識度가 증가하지 않는다고 充分히 가정할 수 있다.

그러나 분히 非計量的 要素를 포함하고 있는 教育의 效果는 좀더 깊은 分析으로 補完되어야 마땅하다. 그러므로 本 究에서는 래에 入力한 教育效果資料를 적정범위내에서 래보다 높였을 경우와 낮추었을 경우를 각각 가정하여 分析해 보았다.

그림 9와 그림 10을 래의 入力資料로 分析된 시뮬레이션 結果인 그림 5와 比較하여 보면 教育時間을 나타내는 E, CHP 利用者數를 나타내는 S, 약국이용자에 대한 相對的 CHP 利用者數를 나타내는 R 및 총의

료서비스 利用者數를 나타내는 A 등 모든 重要變數의 變動形態 및 크기가 거의 같음을 알 수 있다. 이 分析結果는 비록 質的인 面이 강한 教育의 效果라 하더라도 利用되는 入力資料들이 전혀 근거없는 것이 아니라면 모델의 정당성을 크게 침해하지 않음을 의미한다.

4. 結 論

PHC 시스템은 構造가 복잡하여 部分的인 最適化보다는 시스템構成要素들의 遲延, 增輕, feedback 作用을 中心으로 시스템전체의 動態의 行動에 관심을 두는 I. D 접근방법이 적합하다. 그러므로 本 究에서는 I. D 分析節次에 따라 시스템의 問題를 확인하고 그 問題를 中心으로 모델을 設計, 시뮬레이션 함으로써 농촌 및 僻地의 CHP 政策立案에 基礎를 제공하려고 노력하였다.

그러나 PHC 시스템 모델은 다음과 같은 가정들을 전제로 設計되었다.

- 1) 教育의 效果는 計量化할 수 있으며 Marketing 의 廣告效果와 同一한 형태를 가진다.

11) Jay W. Forrester, "Industrial Dynamics—A Response to Ansoff and Slevin," *Management Science* Vol.14

12) Jay W. Forrester, *Industrial Dynamics*. (The MIT Press, 1961) pp.187~207.

13) 本 考에서는 포화상태를 (읍지역의 의료이용률—僻地의 의료이용률)로 선택했다. 이것은 농촌지역의 보건 교육을 아무리 강화하여도 읍지역의 의료이용률을 上 廻하기 힘들기 때문이다.

APHSP=A. SSCHU=S. SPAU=P. EAT=E. RBCP=R

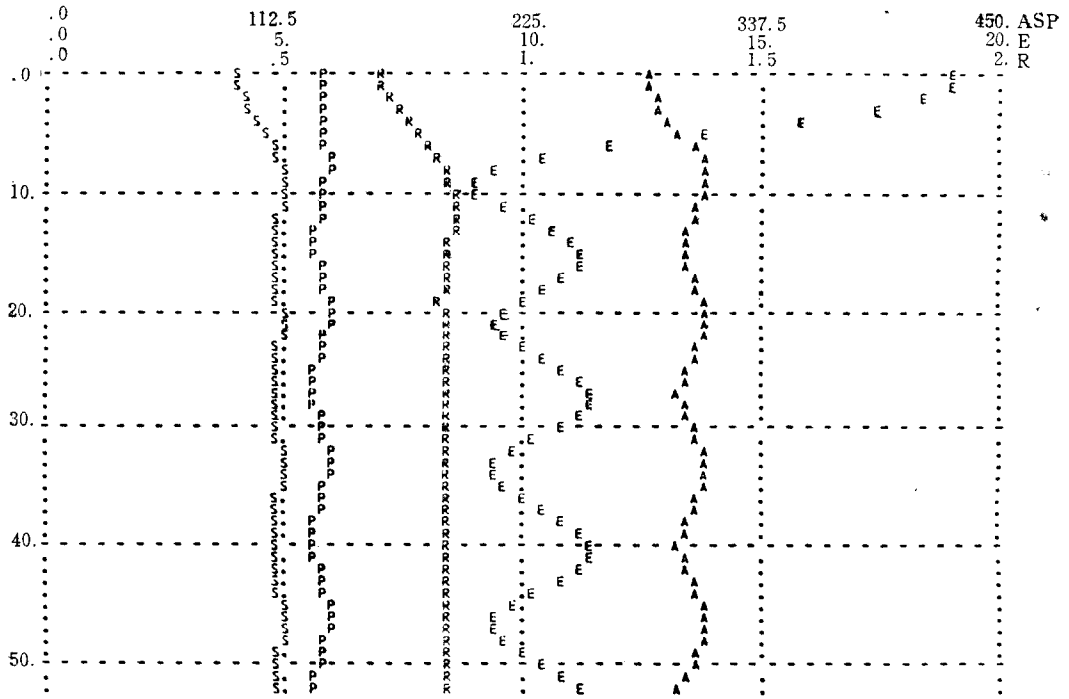


그림 9. 敎育效果를 원래보다 낮게 가정했을 때의 시뮬레이션 結果

APHSP=A. SSCHU=S. SPAU=P. EAT=E. RBCP=R

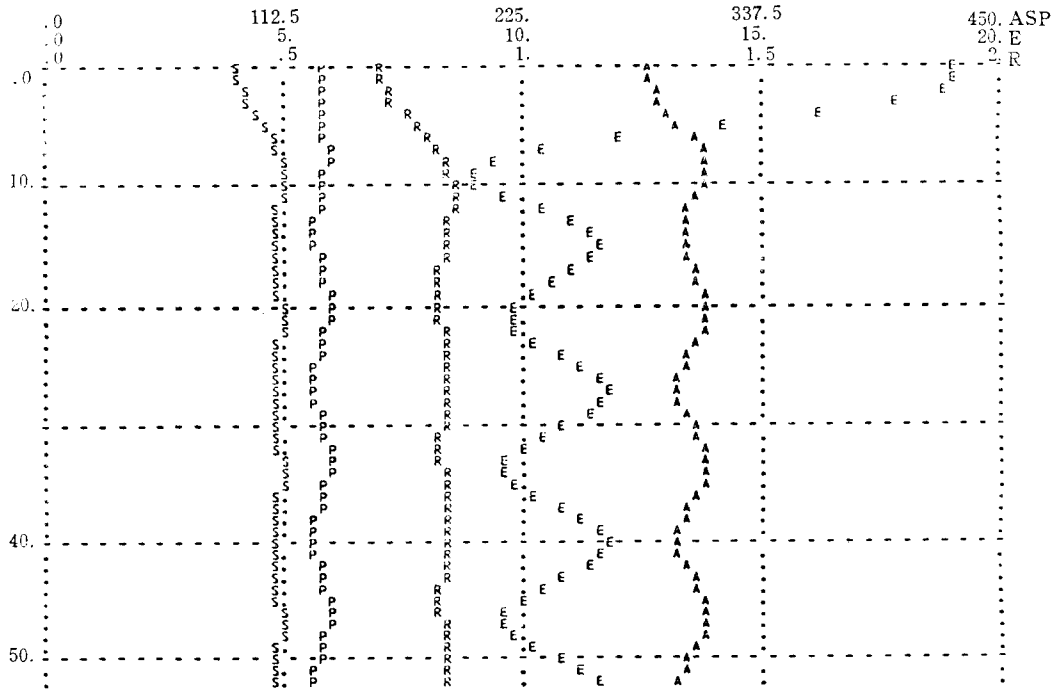


그림 10. 敎育效果를 원래보다 높게 가정했을 때의 시뮬레이션 結果

- 2) 비록 敎育의 效果에는 主觀的 要因이 배제되지는 않지만 이것은 敏感度分析으로 어느정도 補完될 수 있다.
- 3) 의로서어비스의 最大要求率(敎育效果의 포화점)은 畵地域의 平均要求率을 上廻할 수 없다.
- 4) CHP 要員은 1 區域 1 人이 배치된다.

이와 같은 假定과 모델의 必然的 單純化는 分析結果를 現實에 그대로 적용하는데 제약사항이 되지만 시스템의 構造. 遲延. 증폭작용, feedback 作用이 반영된 動態의 分析結果는 실제시스템의 이해에 많은 도움이 되리라 생각한다.

끝으로 I.D의 接近方法이 의로서시스템을 비롯한 大規模 經濟·經營·社會 各分野에 이용되어 그 영역이 더욱 확장되기를 바란다.

참 고 문 헌

1. Forrester, Jay W, *Industrial Dynamics*, Cambridge Mass, MIT Press, 1961.

2. Pugh, Alexander L. *Dynamo II Users Manual*, Cambridge Mass; MIT Press, 1970.
3. Shannon, Robert E. *System Simulation The Art and Science*, Prentice Hall, 1975.
4. Roberts, Edward B. *Management Applications of System Dynamics*, Cambridge Mass, MIT Press, 1978.
5. Johnson, Richard A. Newell, William T. Vergin, Roger C. *Operations Management; A system concept*. University of Washington, nd.
6. 한국인구보건원 「農魚村僻地保健醫療에 관한 研究」 1983.
7. Forrester Jay W. "Industrial Dynamics—A Response to Ansoff and Slevin", *Management science*, Vol.14, No.9. May. 1968
8. Forrester Jay W. "Industrial Dynamics—After the first Decade", *Management Science* Vol.14, No 7, March, 1968.