

図書館管理とオペレーション・リサーチ (OR)

岡澤和世

1. オペレーション・リサーチと管理

変動を常態とする現代社会において、膨大な情報を利用者の利益、意思決定、問題解決、思想に反映させるためには、それを管理する情報システム制度そのものが柔軟な自己変革能力を備えていなければならないであろう。制度の硬直は、利用者の無定形性、可塑性といった欲望・欲求に対応できない情報システムを作り出してしまう恐れがある。しかし、制度そのものの性格からも、情報を管理する側の心理から言っても、制度は定着化・固定化・保守化に傾く傾向が強い。制度が利用者の鋭敏な感性を吸収出来なくなると、情報システムは単なる倉庫と化し、その機能は停止する。そこに管理側の難しさがある。利用者の意思、利益、要求が表出・吸収されて、フォーマルな決定に至るまでの過程を経ずして情報の管理制度はありえないし、そのための基礎データの必要性がここにある。

図書館と情報管理にとって常に必要なのは柔軟な自己変革能力と綿密な管理技法によって得た基礎データである。例えば蔵書、人間、建築物、予算などの資源は最大限に効率よく使われなければならない。その結果が利用者の意思、利益、要求に反映されなければならない。この基礎データ収集のための技法の一つがオペレーション・リサーチである。

オペレーション・リサーチ (以下ORと略す) は中心となる要因に光を当て、意思決定を助ける管理調査方法である。ここではこのORについての考えとその手法を出来るだけわかりやすく述べることにする。ORは主に数学的手法を使っているが、ここではより複雑な数学を使ったテキストに進む前段階の足がかりを提示したい。

1. 1. オペレーション・リサーチとは何か

オペレーション・リサーチは第二次世界戦の折、軍事問題の意思決定のための手段として使われた。戦後は企業の製造の研究に使われ、その後はいろいろな領域の政策決定に応用されている。英国オペレーション・リサーチ協会 (the Operational Research Society of United Kingdom) の定義によると「オペレーション・リサーチとは企業、商社、政府、防衛における人間、機械、資材、金銭などからなる大システムの方向づけと管理において発生する複雑な問題の対処に科学的な方法を応用することである」とあり、そのアプローチの特殊なところは、機会や損失のような要因を測定し、その値から複数代案の決定、戦略、制御を予測・比較し、システムの最

適科学モデルを作り上げる方法である。そしてその目的は、管理を助けるために政策や行為 (action) を科学的に決定することである。

要するに、ORとは一つの問題解決方法であり、目的はまず第一が組織の資源の開発を促進する最適な決定や計画を管理者ができるように手助けすることと、もう一つは作業 (オペレーション) を調査・評価するための〈科学的〉基盤と、変化に対応するガイドラインとしての論理的基盤を提供することである。

概して管理者は意思決定に際して的確な判断ができ、その結果に責任を持っていると期待されている。しかし現代社会の多くの組織や構造は一人の人間の直観分析で対処できるほど単純でも簡単でもない。そこで管理者がより適切な決定ができるようにするための調査が心要となる。OR担当者の仕事はシステムについての情報を消化し、中心的要因を明らかにし、複数代案の結果を要約し、管理者一人の限界をカバーし、管理者がより思慮深い判断ができるように手助けすることである。

ORの手法は他の管理方法といくつかの点で異なっている。その第一の特徴はORの問題解決に対する姿勢である。ORはシステムを調べ、一つの問題をシステム全体との関わりの中でとらえる。そしてシステムを分析し、変更をより効果的にする方法を見つけ、最適開発を促す。それには数学的モデルを組立て使用する方法がよく使われる。ORを他の方法と区別する第二の特徴は学際的チームの採用である。初めのうちは背景や訓練の異なる人達の集まりのために混乱やアクシデントも起るが、しばらくすると、多彩な背景や考え方が効を奏し、極めて有益になることが実証されている。現実の社会で使うのであるから当然のことである。又ある考えが最良の解決案であっても場所と時間によって別案の方が有効になる場合も多々あることも事実である。

もう一つORを特徴づける他の方法との違いは使われる手法である。不確実性の高い状況に対処するために数量的方法を使うということである。

2. 情報管理にORを使う理由

ここでは一つの身近な例として図書館業務の効率化にORを用いる場合を考えてみよう。ORに何ができるのか、ORはどのように行われるのか、ORを行ったら何がわかるのかについて簡単に述べる。

ORの応用範囲は広い。例えばシステムの構造や過程を調べるのにも、システム内の資料や情報の流れを調べるのにも、資源の配分にも使うことができる。OR使用が適した領域として Vickery らは図書館のいくつかの業務をあげている¹⁾

にもかかわらず、残念ながらOR手法は図書館情報学分野でこれまでほとんど使われてこなかった。その理由はORの担当者が数学を使って難しい複雑なモデルを組立てるために、図書館管理者の理解能力を越えてしまったことと、余りにもデータが多すぎて現場の図書館や情報

システムに統合して使いきれなかったためである。また、図書館統計の不足もその原因であろう。そのために両者のコミュニケーション・ギャップは広がり、理解されないままになってしまった。大切なことは両者がORを一つの調査過程であると考え、その結果がモデルに集約されているのだと理解することである。OR側の責任としては本当に図書館管理者が重要だと考えている問題を扱っているかどうか、問題とその解決がすべての問題解決につながるのかわかを見極めなければならない。単に数量化されているということだけでは何の解決にもつながらない。

3. OR以外の管理技法

OR以外にも管理や評価に使える技法がある。そのほとんどがORと共通した部分を持っているのでまずそれ等について簡単に述べる。次の6つの段階は共通した部分である²⁾

- (1) 概念的段階：この間に目的が定義される。
- (2) 基準形成段階：ここでは意思や判断要因となるパフォーマンス値が同定される。
- (3) 代案記述段階：目的が達成できる複数案が提起され、検討される。
- (4) データ収集段階
- (5) データ分析段階：集まったデータを基準値を使って比較する。
- (6) 意思決定段階

さらに技法によっては次の二つの段階が加わるものもある。

- (7) 選択した代案をプランし、開発し、実行してみる。予備実行段階
- (8) 必要に応じてその実行をテストし修正する。検証段階

ここではORとの違いを明らかにするために、よく知られている方法をいくつか取り上げ簡単に説明する。

3. 1. システム分析

システム分析の各ステップはORのそれとほとんど変わらないし、2つを区別する境界線もあいまいである。両方法ともにシステム分析が重要であるが、その強調点に違いがある。ORの強調は意思決定をする際の助けとしてシンボリックモデルの組立て、検証、操作にあるのに対して、システム分析は新しいシステムの設置や既存システムの改良の事前に行われる。システム分析で使われるモデルにはダイアグラム、流れ図のようなシーケンシャル・モデル、伝達網のような構造モデル、組織図のような段階モデルなどがある。システム分析は統計的にモデルを使って特定プロセスの特徴を明らかにしようとするのに対して、ORはモデルをもっと動的で実験的な操作のために使い、その開発や検証、解決にも動員する。

3. 2. 費用-効率分析と費用-利益分析

この2つの分析は、費用と利益と効率との関連からさまざまな状況の費用を調べる技法であ

る。費用－利益分析の目的は最大の利益と最少の費用を提供する代案を選ぶことである。費用－効率分析の方は特定の目的を達成するために最安価の方法を捜す。経済的条件をもとにシステムを分析するには両方法とも有効な手段であるが、システムの作業の仕方にはほとんど関心がない。

3. 3. 価値分析 (value analysis)

この方法は費用－利益分析と同じ問題を扱うが、生産物とサービスについての顧客の要求や好みを調べるのによく使われる。これらの要求は資源、製造費用、分配費用との関連から評価される。

3. 4. 管理監査 (Management audit)

管理監査はまず会社の方針や組織、作業方法、財政手続、人事問題などの情報を集めることから始め、問題や政策論点などを明らかにし、重要性の高い順からランクづけをする。その結果をもとに改正や変更を示唆する。

3. 5. ワーク・スタディーとタイム・モーション・スタディー (work—study and time motion study)

さまざまな部門で行われる作業を調べ、仕事環境での作業員の達成能力を改善するための技法である。時間と動作が調査の対象である。

3. 6. 組織と方法研究

組織と方法研究は組織内のコミュニケーション・システムを調べる技法である。

これらの技法に対して、ORの大きな特徴は意思決定の助力として数量モデルを検証・精練・操作することに力点があるということである。次項でこの問題を詳しく述べることにする。

4. モデル化

ORとは数学的モデルを組立て、そのモデルを使って、システムの仕事を調べる技法である。前項で挙げた技法はいずれも独自の方法でモデルを作り調べる。そこでまずモデルとは何か、それらはどのように作られるのか、問題解決にどのように役立つのかを知っておく必要がある。

モデルという用語は現実世界のシステムを表わす言葉としては単純化しすぎるかもしれない。けれどもピクチャー (picture) やマップ (map) に比べればいろいろな変化に対応できる可能性を残した言葉である。数学モデルは物理的モデルと同様、現実のシステムを表示したものであり、抽象化したものである。もし、システムの重要な特徴を要約した一連の資料出版物が年齢によって下がるという単純モデルを作るとすれば、主題、出版年、長さなどの資料の特性は大切な要因であるが、製本やさし絵の数などは無視してよい要因となるであろう。

数学モデルは一般に動的で柔軟性のあるモデルであり、システム内の変化や修正に対していつでも変えることができる。それ故システム全体を容易に認識できるし、システム内の相互作用も簡単にわかる。加えてモデルであるから現実のシステムをいじらずに、変更を実験してみることもできる。モデルの操作は現実のシステムにさわるよりも早いし実用的だし安いし、危険も少ない。

4. 1. 単純な数学モデルの作り方

数学モデルの特徴を理解するためにここでは Morse が提示した図書貸出しの非常に単純なモデルを作ってみよう⁶⁾。ある図書が年間何回貸出し (R) されるかを見積りたいとする。モデルの主要変数は平均貸出し期間 ($1/\mu$) と、その本を貸りたいと思っている人の一年間の人数 (λ) である。 $1/\mu$ は貸出し記録から、 λ はリクエスト数から測定できる。この時、新刊の補充と複写はしないものとする。またリクエストは年間通じて平等に配分され、一回リクエストして入手できなかったらあきらめ、再度しないものと仮定する。

その本は R/μ 間は貸出されているから利用できない。平均貸出し期間 ($1/\mu$) \times 貸出し回数 (R) となり、その年 λ 人がその本をリクエストして、そのうちの $\lambda (R/\mu)$ 人は借出せない。これに対して借出せた人の数は $\lambda - \lambda (R/\mu)$ である。これは R (貸出し回数) であるから次の式が成立つ。

$$\lambda - \lambda (R/\mu) = R \quad \therefore R = \frac{\lambda \mu}{(\lambda + \mu)}$$

$$R (\lambda + \mu) = \lambda \mu$$

この数式を使って貸出し回数 R を出してみよう。 $\lambda = 10$ 人/年平均、平均貸出し期間 $1/\mu = 4$ 週間 = $1/13$ 回 $\mu = 13$ とすれば

$$R = \frac{10 + 13}{10 + 13} = \frac{130}{23} = 5.7 \quad R = 5.7 \text{ となる。}$$

実際の図書館に应用するにはもっと複雑なモデルが必要であるが、それでも実際に実験せずに単純なモデルによってある程度の子測ができることがわかる。モデルにもっと多くのバリエーションを導入すればいろいろな環境のもとでの結果を比較できよう。

4. 2. モデルを作る作業

初心者のモデル作成の手がかりとして次の10の作業が役立つ。

- (1) 問題を全体の文脈の中でとらえる：特定の問題だけに焦点を合わせず適合要因や相関関係を見極める。
- (2) 現実世界のデータを集め処理する。
- (3) 問題を明瞭に定義する。段階2で集めたデータを明瞭な言葉を使ってとらえ問題を定義する。
- (4) 調査目的を定義する。
- (5) 問題を明確に系統立てて説明する。問題をOR分析に沿った用語で書き改める。
- (6) 数学モデルを公式で表わす。構造関係を数学表現で表示し、システム内の重要変数のす

べてをその中に含ませる。

- (7) より詳細な現実世界データを集める。モデルに従ってさらに多くのデータが集められる。それを使ってモデルを修正する。
- (8) モデルを確認する。モデルを作りながら、そのモデルを問題の公式と現実とに合致させるように務める。モデルの善し悪しは現実をどれ位うまく表示できているかにある。
- (9) 解答を選ぶ。モデルからは複数の答えが得られるのでその中から、目的を満たし、状況の制約を満している最適な解答を選ぶ。
- (10) その解答を実行する。数学モデルの本当の価値はモデルが提起した解答が実行される程度によって測られる。それにはOR担当者と管理側の協力が不可欠である。

最後にモデルの解釈に注意が必要である。モデルに重要な変数が含まれていなかったり、変数間の関係がぬけていたりすれば、折角出したモデルからの結論はまちがったものになる。正確で優れたモデルを作るには重要変数とその関係を常に確認しながら作業を進める必要があるだろう。

数学モデルを作っていく過程で、提示したモデルとモデルにする状況との仲介役としてどうしても統計手法が必要となる。しかしこれについては詳しい専門書がたくさんあるので、ここでは触れない。しかしORにおいて確率の考えは数学モデルを作る上で極めて重要であることだけは述べておく。また図書館情報学の問題の中には確率によって解決できるような問題も多いことも事実である³⁾

5. シュミレーション

モデル作成はシュミレーションの一形態であり、モデルはシュミレートのために使われる。シュミレートするというのはモデルを使って実験し、その結果を調べることである。先にあげた技法はいずれも数学的解答ができるものであるが、数学で解決できない問題も多い。そのような場合に登場するのがこのシュミレーションであり、モデルに反映させなければならない相互関係が複雑な時ほどその力量を発揮する。

シュミレーションモデルを図書館情報研究に使った例としてBaumler⁴⁾とRegazziの調査⁵⁾がある。Monte Carlo シュミレーションや乱数表などを使って調査が行われている。これらについても詳しくは専門書を参照されたい。

6. 行列理論

行列は現代生活ではごくありふれた経験である。人間同様、物でも行列の一単位となる。図書館での行列はサービス地点や目録作成、収書のような領域で起こる。たいていは、行列を必要悪と考える。確かに待つ側にとってはやりきれないものだが、店側にとっては店が繁栄している証拠である。しかし、図書館の整理課で目録する本が多くなりすぎ山積みになったとすれ

ば、何か手を打つ必要があるだろう。臨時雇用者を使って目録作成の人数を増やすか、残業をして作業にあたるかしなければならない。人員補充は出費となるが図書館の信頼や威信の欠如は防がなければならない。

図書館学で行われた行列理論を利用したモデル作成のうち最も優れた研究は Morse の研究⁶⁾である。彼は行列状況の一つのタイプとして図書館からの図書の利用を調査した。

行列理論はシステムの4つの基本的な特徴に従って行列を分析する。

(1)到達パターン：行列中で到達した人数の比率と分布を調べる。(人数 = λ)

(2)サービスパターン：サービスを受ける時間を調べる。サービス時間の長さは同じ時も違う時もある。(平均サービス率 μ とすれば $P = \frac{\lambda}{\mu}$)

(3)サービスチャネルの数：銀行の受付窓口の数、レファレンスコーナーの担当者数などがその例である。

(4)行列原理：行列に並んでいる人はフェアプレイ、すなわちついた順番制 (FIFO) の原則を期待している。ところがサービスを受ける順番は必ずしも到達順位であるとはかぎらない。例えば病院の外患待ち合い室の扱いは、急患があればその方が優先される。

人や物の行列は以上の4つによって特定化でき調査できる。

ORが行列システムをモデルに使う場合、これを機能的にする行列コントロールが必要となる。行列は3つの観点からみることができる。①利用者、②サービスする人、③組織である。そこで次の3点が重要となる。

(1)利用者の平均待ち時間と待ち時間の分布

(2)利用者が行列で待たなければならない確率

(3)サービスする人の活動パターン

この他にもサービス開始時間などもシステムに影響を与える。例えば開館前からできている雑誌閲覧室前の行列などである。

現実の場合の行列の数学理論はもっと複雑であるためその場合は専門書を参照されたい。

7. 資源の配分

図書館や情報の管理者は資源配分の問題に関心がある。金、資料、建物、スタッフといった決められた資源を最も効率のよいやり方でその組織の目的達成のために使わなければならない。長年の勤で資源の配分をうまくやってのける館もあるが、このようなやり方が最適な配分につながるかどうかは疑問である。

資源配分を科学的方法で決定することがこれからはますます必要になってくるであろう。

配分の問題は大きく分けると3つのタイプになる。その第一はすべての配分問題共通のもので次のような基準によって表わすことができる。

(1)やるべき仕事、達成すべき目的がある。

(2)その仕事を完成させるのに利用できる資源がある。

- (3)少なくとも仕事の一つ以上が別の方法で完成できる。
- (4)これらの仕事を行なう方法のいくつかは別の方法よりもよい。
- (5)最良の方法で各仕事を行なうには資源が不十分である。

要は全体の能率を最大値にできる仕事に資源を配分することである。例えば費用は最少で利益と効果は最大というふうに。

第二の配分問題のタイプは資源が利用できる以上に多く仕事がある場合に起る。こんな時どの仕事からまずやらなければならないかを選び、その実行に資源をどのように配分するかを決めなければならない。予算問題のほとんどがこの種の決定である。

配分の問題の最後のタイプは管理者が資源の統計をコントロールする時である。どの資源を加えるべきか減らすべきか決定するのに使うことができる。

例えば、ある情報センターが2種類のカレント・アウェアネスのサービスを行ない、このカレント・アウェアネス出版物の利益を最大にしたいと思っているとしよう。一つは抄録をもとにしたもの (Aとする)、ともう一つは表題をもとにしたSDIサービスを作ること (B)にする。この時考慮される要因は人間 (資料の走査、索引、抄録作成を行なう)、時間 (走査、索引、抄録に費やされる時間の総数)、潜在的市場タイプ等である。さらに費用が問題となる。AはBより高い利益をあげられるか。

Goyal, S. K. は大学の各学部の図書館予算の配分についてこの方法を使っている⁷⁾。枚数の関係から十分に論じることができないので原文を参照してほしい。

8. ネットワーク

多くの制約があるにもかかわらず、多様な資料を必要とする研究を行おうとすれば、どうしても一館だけでは不十分で、他館との協力が必要となる。こうすればたとえ自館に必要な資源がなくても研究は遂行できるかもしれない。ネットワークの利用はこの種の研究を効果的に行なうのにおおいに役立つ。

ネットワーク分析は資源がたとえ少なくともかなりの効果を期待でき、しかも探索時間も最少という利点がある。

ここでは4館、A、B、C、Dを結ぶネットワークを考えてみよう。4館の間を3個の蔵書箱を移動させるとすれば、どの道順が最も効果的か。このような仕事の手順はネットワークの臨界道として知られている。

AからBへの2つの荷物は移送に一日かかり、AからDは2日、BからCは1日、BからDは2日、CからDは5日かかるとする。またBからCへの到達から発送に一日かかったとする。A→Bは2日、A→B→Dは5日、A→B→C→Dは9日となる。

このようにいくつかの条件をもとにネットワークを作成し、検討する。実際にはもっと複雑な作図になるがここでは考え方を述べることにする。例えば図書館にコンピュータを導入するような場合にもこのネットワーク分析が使える。(A)計画段階、(B)提案された代案の検討、

(C)担当者との討議, (D)コンピュータの注文, (E)該当部所の閉鎖, 図書の移動, (F)図書の置換え, (G)担当者の配置転換, (H)コンピュータが配置されるまでの待ち時間, (I)コンピュータの設置, (J)図書の再配架, 部所の再開などが主な仕事である。これを作図すると図1のようになる。

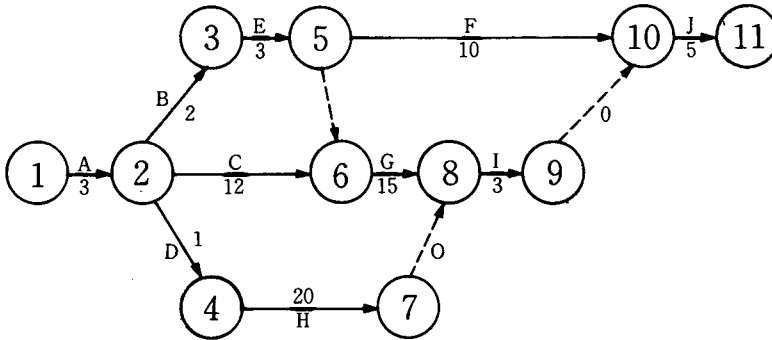


図1 予定時間を入れたネットワーク

そこで臨界道 (path) を求めると、例えば

- (1)①→②→③→⑤→⑩→⑪ 23日
- (2)①→②→⑥→⑧→⑨→⑩→⑪ 31日
- (3)①→②→⑥→⑧→⑨→⑩→⑪ 38日
- (4)①→②→④→⑦→⑧→⑨→⑩→⑪ 28日となる

これは極めて単純な計算であるが、さらに詳しく各作業を計算していくことによって最善の手順が決定できる。実際に行わずに机上でネットワークを作図することによってリスクは最少限におさえることができる。ネットワーク分析を使って、Gupta らは調査を行っている⁸⁾

さて、この他にORとしてゲーム理論や意思決定分析などがあるが、これらについてはいく冊かの解説書があるので参照されたい。また輸送、在庫管理なども一種のORである。しかし図書館情報学の当座のテーマではないと判断し別の機会に譲りたい。

最後に図書館とORとの関わりについて簡単に述べる。

10. 図書館とOR

以上、簡単にORの考え方、使い方、種類などを概略した。しかし図書館はORをどのようにとり入れてきたのであろうか。どんな問題を解決するのにORが使えるのか。またこれまで行われたORにはどんなものがあるのかを考えてみたい。

多くの図書館はこれまでORを実施した経験がほとんどない。ORが複雑で数学を使った調査法であるために敬遠されたためと、緊急に採用する場がなかったためである。経営者としての管理者と司書との仕事の性質の違いもORの重要性を認識する障壁であろう。

しかし今、図書館は曲がり角に来ている。従来の図書館業務の遂行に加えて、他の情報サービス産業との競合が図書館の存続を脅かしている。本当に図書館は必要なのであろうか、という基本的な問いは図書館の非効率にも一因があるのではないだろうか。

以下に図書館で採用できるORの問題を提起する。いずれも慣例として従来から無批判に受け入れられ、実行されてきた業務である。今、図書館はこのような足元の小さい問題から問い直す時期にきている。効率がすべてではない。むしろ効率がすべてでないことを知るためにORを採用すべきである。行なう前の批判は力を持たない。やってみてはじめてその利点欠点に気づくはずである。

(1) モデル化を使った問題

1. 自館の問題のある部所を明らかにしなさい。その問題のインパクトとその及ぶ範囲を明らかにするように努力しなさい。

2. 次の場合を表わす簡単な数式を作り、これを自館を例に応用しなさい。

(a) A 図書館は図書が雑誌の2倍ある。

(b) A 図書館には司書資格保有者とそうでない人との比が3:5である。

(c) 一人の貸出し冊数は一回5冊以内である。

(d) 職員と資料の予算額は15万である。

(e) C 大学図書館は学生人口の1/20の集容席を持っている。

3. B 図書館では2000冊の図書と400巻の蔵書移動に臨時要員を採用することになった。一日一人当たり平均200冊の図書と300巻の雑誌の移動ができるとすれば何人の要員が必要か。数学モデルを作成し、各モデルの要員を計算せよ。

4. 上の3の問題で、次のような条件で実行した場合の費用を比較せよ。

(a) 3人の要員：内訳一日1500円の一人の監督者と一日1000円の2人のアシスタント：

(b) 2人の要員：両人とも一日1200円

(2) シュミレーションの例

1. OR手法のシュミレーションの価値について論ぜよ。

2. A 大学図書館は新築した建物に蔵書を移動することになった。そのためにはこれまでの図書館を一時閉館し、業務を停止しなければならない。この引っ越しのシュミレーションモデルを組立てるのに図書館員はどんなデータを集めたらよいか考えなさい。

3. C 大学図書館は一冊の図書が書架に配架されるまでの時間を知りたいと思っている。この過程にはリクエスト、注文、受理、目録作り、ラベルはり、配架が含まれる。シュミレーションモデルを作図せよ。

(3) 行列理論を使った問題

1. A 大学図書館では一年中標準教科書の要求がある。大学図書館は貸出し頻度に対して予測を立てたいと考えている。どのようにして行列理論をその予測に使うかを述べなさい。

(a) そのタイトルに対する平均待ち時間

(b) タイトルに対する行列の平均の長さ

(c) 行列ができる可能性

(4) 資源の配分の問題

資源配分の問題を次のような言葉で数学的に表現できるとする。

目的関数	利潤 = $X_1 + X_2$
限定 (constraint)	$X_1 \leq 25$
	$X_2 \leq 75$
	$2 X_2 + 5 X_1 \leq 200$
	$3 X_2 + 4 X_1 \leq 240$

この問題にグラフ解決を試みよ。

(5) ネットワークの問題

図1で③→④の活動の時間を2日に減らすとしたらどんな効果があるか。

以上多くの問題の中からごく少数を提示した。いずれも身近な問題である。ORは図書館、図書館業務、情報システムを評価する科学的方法である。これは価値のある管理補助道具である。直観と経験だけでは現在の情報化社会では生き残れない。

参考文献

- 1) M. Elton and B. Vickery, "The Scope for operational Research in the library and Informatirn field," *Aslib Proceedings* 25 (1973): 305-19.
- 2) Jenny E. Rowley and Pater J. Rowley, *Operations Research: A tool for library management*, American Library Association/Chicago, 1981, p.5
- 3) Gemignani, M. *Finite Probability*, Reading, Mass: Addison-Wesley Publishing, 1970.
- 4) Baumler, J. V., and Baumler, J. L. "Simulation of Reserve Book Activities in a College Library Using GPSS/360." *College and Research Libraries*, 36 (1975): 222-27.
- 5) Regazzi, J. J., and Hersberger, R. "Queues and Reference Service Inference: A Simulation of a Library Reference Desk." In *Operations Research*. op. cit., p.31.
- 6) Morse, P. M. *Library Effectiueness: A System Approach.*, MIT. pr., 1968.
- 7) Goyal, S. K. "Allocation of Library Funds to Different Department of a University-An Operational Research Approach." *College and Research Libraries*, 34(1973):219-22.
- 8) S. M. Gupta and A. Rairndram, Optimal Storage of Books by Size: An Operations Research Approach," *Journal of the American Society for Information Science*, 25(1974):354-57.