

AHP の GDSS 活用に関する研究

孫 達 鎬*
(訳) 金 鏞 淇**

I 序 論

GDSS(Group Decision Support System) は、意思交換・コンピューター関連技術及び DSS 関連技術を総合した支援道具として、集団の非定型的問題の解決の為に利用される [15, 21]。また、GDSS は集団構成員間の意思疎通に於ておこりうる問題点を解決し、意思決定に有用な技法を提供し、意思疎通の形態・時期・内容を体系的に誘導することにより、その過程を効率的に支援することを目的とする [1, 2, 21]。最近このような関心が高まり、集団意思決定 (GD: Group Decision) の効率性を高める為、既存のコンピューター及び通信技術を基礎とする、多様な特徴をもつ GDSS の開発とともに、その現実化が進みつつある。

しかし、このような GDSS と、その商業的応用に関する持続的研究にもかかわらず、その効率性向上の為の実証的研究は、未だ初歩段階にすぎない [1, 11, 29]。この研究においては、最適な GDSS 仕様・設計の為に、先行研究 [1, 2, 13] が指摘する要因のうち、意思決定の形態と段階について、その特徴を研究した。このような研究は、集団が意思決定を行うにあたり、その段階と形態をわきまえ、そこに生ずる現象の真実な理解を助けるのに役立つであろうし、最適な GDSS の設計に対し多くの示唆を与えるであろう。ここにこの研究の意義があると思われる。

この研究においては、AHP (Analytic Hier-

archy Process) という GDSS を利用する集団意思決定の、いろいろな段階において起りうる、その形態の特徴について研究した。これとともに、その過程においてあらわれる実情にあわない並外れた意見の指摘と、各々の意見に対する事前検証の方法をも、例示するであろう。即ち、この論文は、集団意思決定の質を高める為の一般的技法を開発するのが目的であり、ここで提示する方法は、集団の共通意見より甚だしく離脱する意見を確かめ、そういう特殊な意見と共通意見との調和をはかる技法をも、実験的方法を通じて示すであろう。

II 理論的背景

DeSanctis と Gallupe [7] は、効率性は、解決されるべき問題の性格、集団の大きさと、その構成員間の隣接度により影響を受けると主張する。そして、その問題の性格により、構成員間の情報交換回数も、また、その紐帯感も異なるものだといっている。結果的にみて、問題の性格が複雑になればなる程、意思疎通の必要性は高まるので、GDSS が益々効果を発揮することができるという事実が、先行研究 [7, 11, 12]、によって明らかになっている。なお、ほかの研究 [20, 25] において、集団の構成員達は、集団の特性に従って情報交換の必要性に迫られ、結果的に意思疎通の必要性を認識するに至ると主張している。

また、集団が解決すべき問題の性格は、目的・完了条件・規則・制約条件等により特徴づけられるとしている [7, 20, 25]。なお、このような要因を考慮して、集団が解決すべき問題の性格の種類を、〈表 1〉のように、大きく

*啓明大学校師範大学商業教育学科教授

**啓明大学校産業経営研究所特別所員、嶺南大学校名誉教授

<表1> 集団意思決定問題の種類と特徴

1. Generating ideas and actions
 - 1.1 Planning tasks: 即刻実行すべき計画を樹立しなければならない場合
例) 集団会議において日程或はプロジェクト計画を樹立する。
 - 1.2 Creativity tasks: 創造性或は奇抜なアイデアを必要とする場合
例) 集団会議において奇抜なアイデアを考え出す。
2. Choosing alternatives
 - 2.1 Intellective tasks: 正確な(正しい) 代案の選択を必要とする場合
例) 集団会議を通じ、もっとも正確な(絶対的に優秀な) 案を選択する。
 - 2.2 Preference tasks: 正確な(正しい) 代案がなくいろいろな代案を相対的に比較して選択しなければならない場合
例) 集団会議を通じ、会社のいろいろな立地のうち、相対的に有利な立地を選択する。
3. Negotiating solutions
 - 3.1 Cognitive conflict tasks: お互いに相衝突する観点を調和させなければならない場合(経済的観点は除く)
例) 集団の会議を通じ、集団構成員間の相異なる観点を調和を図る。
 - 3.2 Mixed-motive tasks: 相衝突する動機或は利害関係を調和させなければならない場合(経済的観点をも含む)
例) 集団会議を通じ、賃金引上率等の問題につき、労使が協議する。

6種に分類している [7, 20]。

この研究においては、ここに示された6種の形態をモデルとして、その各々につき意思決定の特徴を研究した。

今までの多くの研究 [9, 18, 19] は、問題の解決及び意思決定の過程をモデリングすべく努力した。一般的に、意思決定過程は意思決定者が経過する、或種の連続的段階として把握される [19, 26]。このように意思決定過程を区分しようとする試みは、Wallas [27] により、始めて行われた。彼は、これを4段階に分けて示した。即ち、準備 (Preparation)、計画樹立 (Incubation)、意思決定 (Illumination) 及び検証 (Verification) の段階である。

<表2> 集団意思決定の段階と説明

- (1) 準備段階: 意思決定問題に関連のある情報の収集と意思決定に到達することが可能な戦略を、確認する段階である。これとともに、これに必要なアイデアを開発し、関連する情報を収集し、試験的に意思決定を行ってみる。即ち、意思決定に関連する全般的状況等を理解する段階である。
- (2) 計画樹立段階: 意思決定が必要な問題に対し充分な考慮を払いながら、その為の計画を樹立し、いろいろな周辺状況等を調査する。これとともに、無意識的に意思決定を試み、同時に、これに関連する内容を再整理する機会をもつ段階である。
- (3) 意思決定段階: 意思決定に必要な内容を整理し、決定を下す段階である。即ち、これに必要な事実及び情報等を一目瞭然に整理し、不必要な内容は除去し、決定的な意思決定を下すのである。
- (4) 検証段階: 下された意思決定に対し確認及び検証を行う段階である。即ち、下された意思決定に対する適法性有無を検証し、場合によっては、意思決定の過程を、最初より更にあらためて試みる場合もあるであろう。即ち、下された意思決定に対しいろいろな側面より確認と検証を行うのである。

準備段階は、情報の収集及び意思決定に利用される戦略を確認する段階である。

計画樹立段階は、意思決定に必要な考慮事項を整理する段階である。

意思決定段階は、意思決定に関連する核心事項を考慮して、意思決定を下す段階である。

検証段階は、下した意思決定を検証し、試験する段階である。

Polya [19] も、これに似た4段階の意思決定過程を提示した。問題の理解、計画の樹立、計画の実行、再検討の4段階が、それである。このようなモデルは、Wallas のモデルと殆ど一致する。これらの点を考慮しながら、この研究においては、意思決定段階の表示が明確であり [18, 26]、関連モデルとの共通点をもつ [18] という点により、この Wallas モデルによることとした<表2>。

この研究においては、AHPといわれる GDSS を利用して、実験を通じ、各々の問題の形

態につき、意思決定段階の特徴を研究した。Saaty [22, 23] は、AHPの定義を、意思決定を階層的に表現し、意思決定者の判断に基づいて、多くの代案に優先順位を与える、多基準意思決定モデル (Multicriteria Decision Model) である、としている。また、Harker と Vargas [14] は、これを、多基準意思決定のうちでも、非常に有用な技法であるとし、この技法においては意思決定者の判断に対する一貫性を測定する機能をもっており、これは、他のモデルにはない独特なものだと、いっている [8, 12, 14]。

この研究においては、このような理論を基礎として、AHPが集団意思決定の環境に、如何に利用できるかを、示すであろう。即ち、多くの種類の問題形態に対する集団意思決定の過程において、AHPがどのように GDSS として活用されるのかを、示すものである。

つぎの章においては、AHP技法の理論的背景と、algorithm について考察しよう。

Ⅲ AHP適用 Algorithm

a_{ij} 記号を、意思決定への参加者が、要因 j に対して要因 i を評価し、配分した値であるとしよう。AHP技法は、与えられた要因に対し、対 (pair) 単位に比較する為、比較した結果の値の行列は、正方行列 (square matrix) となる。ここで、そのような比較の値を行列とし、その大きさを n としよう。このとき、AHP技法は、つぎに示す合成化過程 (synthesization process) の計算過程をへることとなる。

1. もし、集団が、意思決定に参加すれば、要因 j に対する要因 i の配分値 a_{ij} の平均値が、集団全体の配分値として利用される。

2. 配分値の行列 A より、各々の列に対する合計を求める。もし、 S_j が各々の列に対する合計を示すものとすれば、つぎのようにあらわすことができる。

$$S_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} \quad (1)$$

3. 行列 A より、各要素の値を、列の合計 (S_j) にて除す。もし、 V_{ij} を、その計算結果を示すものとすれば、つぎのようにあらわすことができる。

$$V_{ij} = \frac{a_{ij}}{S_j} \quad (2)$$

このような計算の結果えられる行列を、正規化された対比較行列 (Normalized Pairwise Comparison Matrix) という。

4. 各要素に対する priority index の値を求める為、各行列に正規化された比重の値 (Normalized Weight) の平均を求める。もし、 P_i を要因 i の priority index の値であるとすれば、つぎのようにあらわすことができる。

$$P_i = \sum_{j=1}^n \frac{V_{ij}}{n} \quad (3)$$

この i の値は、固定されており、 P_i の値の総和は 1 となる。

与えられた参加者の配分の値に対する、一貫性を調査する為には、つぎのような方法を利用することができる。即ち、一貫性を調査する為の consistency ratio の計算過程は、つぎのようである。

5. 行列 A の各々の列に対し、その列に該当する priority index 値を乗じ、その総和を算出し、新たな行列 $B(n \times 1)$ を求める。ここで注意すべき事項は、 $i=j$ の為、行列 B は正方行列となることである。従って、新たに計算される行列 (B) は、つぎのようにあらわすことができる。

$$B = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p_1 a_{11} + p_2 a_{12} + \dots + p_n a_{1n} \\ p_1 a_{21} + p_2 a_{22} + \dots + p_n a_{2n} \\ \dots \\ p_1 a_{n1} + p_2 a_{n2} + \dots + p_n a_{nn} \end{pmatrix} \quad (4)$$

この結果によって、consistency index (CI) をつぎのように計算することができる。

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1),$$

$$\text{ここで } \lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{b_i}{p_i} \quad (5)$$

consistency ratio (CR) は, $CR=CI/RI$ の計算によって求めることができる。ここで, RI は random index の値である。 RI の値は, 比較すべき要因の数に対する関数である [22]。たとえば, $n=3$ であれば $RI=0.58$, $n=5$ であれば $RI=1.12$ となる。計算の結果, CR の値が 0.1 以上であれば, 要因に対する参加者の判断に, 一貫性がないということになる。

意思決定段階において, outlier (事前に予備知識を充分にもっているか, 或はこれが不足している参加者) を把握する為には, priority index に対する信頼区間を求めなければならない。これを, 求める方法をつぎに示す。

6. 式(3)において, P_i が要因 i の priority index の値であるとしたが, この方法により, 参加者 K に対する P_i を, P_{ki} とすれば, この P_{ki} の算術平均をつぎのようにあらわすことができる。

$$\overline{P_{ki}} = \frac{\sum_{k=1}^m P_{ki}}{m}, \quad i=1, 2, \dots, n \quad (6)$$

ここで, m は集団意思決定に参加した参加者の数をあらわす。

信頼区間の計算に必要な標準誤差 (standard error) は, つぎのようにあらわすことができる。

$$\overline{S_{p_{ki}}} = \sqrt{\frac{\overline{p_{ki}}(1-\overline{p_{ki}})}{m}} \quad (7)$$

従って, 信頼区間は, つぎのようになる。

$$\overline{p_{ki}} \pm t_{\alpha, m-1} \overline{S_{p_{ki}}} \quad (8)$$

ここで, α は有意度, $m-1$ は自由度である。 m が無限大に接近すれば, $t_{\alpha, m-1}$ は正規分布に接近する。各要因に対する priority index の値が, 信頼区間の範囲からはみ出たのを outlier という。outlier は, 与えられた問題に対し, 事前知識をあまり多くもっているか, 或はあまり不足している参加者である。

この研究は, このような priority index, consistency ratio 及び confidence interval の概念を利用して, 各々の意思決定段階において, 参加者が示す意思決定の特徴を, 研究した

ものである。まず, consistency ratio の値を利用して, 判断に一貫性を欠く資料は, 分析より除く。残りの資料により行列の各要素につき平均値を計算し, 集団の priority index 値を求める。この値が, 大きければ大きい程, その要因が集団意思決定において, 重要度が大きいことを示す。なお, 各々の参加者に対する配分値につき priority index の値を求め, これに対する信頼区間を定める。そして, これからはみ出る outlier が, どれ程かを調べる。

IV GD実験設計

この研究において, 30名の被実験者に対し, 集団意思決定に関連する実験を行った。

被実験者は, 大学在学中の学生であり, 意思決定, 経営情報分野の科目を4科目以上履修し, これに対する一定の知識をもつものより, 構成されている。まず, 被実験者に対し, II章において言及した意思決定の6種の問題形態を, <表1>にて示された内容につき十分に理解ができるよう説明した。これとともに, 意思決定の4段階についても, <表2>により充分説明した。この4段階の説明においては, 文献 [19, 26, 27] をも示しながら, 充分な討議を通じ理解せしめた。なお, AHP方法についても, 文献 [13, 14] を利用して理論的背景を説明した。

この研究に利用される9段階尺度法については, その説明とともに, 与えられた一对の要因に対し効果的に比較ができるよう練習し, 課題による解決の方法も併せて実習した。9段階の尺度はつぎのように定義した。「1——比重が同一」より「9——極端に重要」までとし, 1と9の間の尺度を両端を相対的に比較しながら, それに適当な用語を与えた。設問紙は, 被実験者が与えられた一对の要因に対し容易に比較ができるよう示された。たとえば, planning tasks のうち, 意思決定段階が準備段階に比し「たいへん重要」と判断し「8尺度」を与えるようにする。また, 6種の問題形態のうち無作為にて1つを選び, これにみあう具体的質問を選定し, これに対して集団意思決定を行った。与えられた問題に対し意思決定が終われば, 参

加者は他の参加者に相談することなく、各要因の尺度値を付与するようにした。

30名を、10名単位に無作為に三つのグループに分け、10名のうち1名は集団の管理者 (facilitator) とし集団討議を主管し設問紙収集等にあたらしめた。30名のうち、18名が資料の基準を通過し、他の12名分は記入洩れがあったり尺度付与の一貫性が不足したりしたので、分析より除外した。

ここでは、与えられた要因に対し、集団の priority index の値を、要因の重要度の評価に利用した。そして、この値の変動係数 (coefficient of variation) を、参加者の「意見の不一致の程度、(degree of disagreement)」を測定するのに利用したし、なお、これを意思決定の質を評価するのにも使用した [17, 21, 22]。この変動係数の値が高ければ高い程、意見不一致の程度は高い。こういう風にして、この意見不一致の程度が高い要因が、何れであるかを見極めることが大切である。多くの代案、或は要因があり、それらの影響力をとらえることが困難である場合、この変動係数が高い要因を、中心として管理すればよいということになる。

この研究において利用したⅢ章の方法は、大きく二つの仮定を前提にしている。第一は無作為標本の取扱であり、第二は参加者により配分された priority の値は正規分布をなすということである。第一の仮定は、参加者の確率を同じようにすれば成立する。即ち、実験への参加者が、この研究の主題に関連するすべての対象を代表すればよいのであるが、この目的を達する為に、この研究の被実験者は可能な限り無作為に選定した。第二の仮定の為には、被実験者の数を多くするのが必要であるが、この研究においては、いろいろな制約があった。

V 結果分析

18名の被実験者に対する、6種の問題形態において、意思決定関連4段階の重要度を示す priority index の計算結果 planning tasks と creativity tasks は4段階中計画樹立段階がもっとも重要であり、intellective tasks,

preference tasks, cognitive conflict tasks 及び mixed-motive tasks は意思決定段階がもっとも重要であった。

planning tasks と creativity tasks が新しい計画とアイディアの創出を必要とする問題形態だとすれば、これが為には、計画樹立段階が重要であると考えることができる。他の4種の問題形態のうちでは、代案の選択及び観点の調和が必要である形態が、他の3種の形態よりも、意思決定の段階が重要であることが示された。

Ⅲ章において述べたように、意思決定に参加した構成員の priority index の変動係数は、与えられた要因に対する構成員の意見の「不一致の程度」をあらわす。この研究では、この変動係数を、意思決定の質を評価する一つの要素として使用した。即ち、この係数が高い程与えられた要因に対する、意見の不一致の程度が高いので、意思決定の質は低くなるのである。

18名の被実験者に対する priority index の値の変動係数を求めた。これによると、6種の問題形態全部において、検証段階における意見不一致の程度が、もっとも高かった。つぎに高いのは、準備段階であった。これらの結果により、意思決定の質を向上せしめる為には、検証段階と準備段階に対する、効果的なこの支援が必要であると、考えることができる。

Ⅲ章にて述べたように、各々の意思決定段階において outlier がどれ程存在するかを見る為に、構成員の与えられた要因に対する priority index 値及びこの値の90%信頼区間の上限線 [式(8)] と下限線 [式(8)] を計算した。意思決定関連4段階に対する outlier の数をみれば、準備段階と検証段階においてもっとも多い。6種の問題形式においては、creativity tasks, intellective tasks 及び cognitive conflict tasks が最も多い (各: 4回)。このようなことは、意思決定の4段階においては、準備と検証の段階が、6種の問題形態においては、creativity tasks, intellective tasks 及び cognitive conflict tasks の形態が、参加者のもつ情報に偏差が甚だしいことを示すもの

である。

outlier は、与えられた要因に対し、意思決定参加者が先入観をもっているということである。即ち、他の参加者がもっていない事前の知識、或は、新たな知識をもっているか、若くは、あやまった知識、或は、不十分な知識をもっているということである。従って、たとえ意思決定に一貫性が示されたとしても、outlier の原因を十分に分析しなければならない。意思決定の質を高める為には、outlier の存在理由が説明されねばならず、すべての参加者が同じ条件の下に意思決定を下すよう誘導しなければならない。

outlier を確認することによって、与えられた問題に対する再討論を通じ、outlier と他の構成員との間における情報の偏差を少なくすることができる。再討論のときは、Devil's Advocate, Dialectical Approach, Nominal Group Technique 等の方法を利用すれば、outlier に対する正確な理解を得るのに、助けとなるであろう。

即ち、再討論の過程を通じ：

1) outlier に属する参加者が、与えられた要因に対して決定した内容を修正することができる、

2) 集団は、集団と異なる outlier の原因分析の緒をとらえることができる。

1)の場合、outlier の新たな priority index の値が集団のそれに接近するであろうし、2)の場合、集団のその値が outlier に接近するであろう。

意思決定の質を評価する為には、その一貫性測定の結果を利用した。可能な限り、すべての意思決定に一貫性が必要であるが、これがあってもその質が必ずしもよいとは限らない。意思決定の質を評価するのは困難なことである。従って、その質を一応評価したとしても、これをあまり確信してはならない。しかし、この研究において示した多基準意思決定モデルの技法は、その質を相当に高めることができる。このモデルにおいては、参加者の並外れた意見に対しても、その原因を理解し得る機会が与えられると

いう長所がある。参加者間の情報交換を通じ、意思決定に対する不確実性の問題点を、最小限に止めるよう、除去することができるであろう。

VI 結 論

この研究結果を要約すれば、planning tasks と creativity tasks は、意思決定関連の4段階のうち計画樹立段階が最も重要であり、intellective tasks, preference tasks, cognitive conflict tasks 及び mixed-motive tasks は意思決定段階が最も重要であった。これは、新たな計画及びアイディアの創出を必要とする問題は、計画樹立の段階が重要であり、代案の選択及び観点の調和を必要とする問題は、意思決定の段階が重要であることを、示すものである。なお、この4段階のうち、検証と準備段階において意見の不一致が最も甚だしかった。従って、意思決定の質を高める為には、この段階に対する効果的な、意思決定上の支援が必要である。また、この段階においては、参加者のもっている情報の偏差も甚だしかった。6種の問題形態のうち、creativity tasks, intellective tasks 及び cognitive conflict tasks において、参加者がもっている情報の偏差が甚だしかった。

この研究では、平均化された知識をもっている大学在学学生を、被実験者として選んだ為には、一般的集団意思決定の場合とは異なることもありうる。特に、集団のうちに強力な指導者が存在する場合、または、参加者の員数が多い場合は、この研究の結果と異なることもありうるであろう。強力な指導者の有無と、参加員数の多寡は、実験の結果に大きく影響する。なお、意思決定に対する一貫性を、決定の質を評価する尺度として利用した。しかし、この意思決定の質に対する正確な評価は、その決定の実行後でなければできない。従って、意思決定の一貫性を、この決定の質を評価する尺度として、利用することについては、なお、一層の考慮が必要であるとおもわれる。

この研究は、また、AHPをGDSSとして、使用しうる可能性をも示している。この利用に

より、つぎのように効果的な意思決定を行いうるものとおもわれる。

1. 一貫性のある意思決定を行うことができる。即ち、この方法は、一貫性のある意思決定を行うよう支援する。

2. 意思決定の調整が、容易に行われる。即ち、集団を理解しない独断的意思決定を避けることができる。outlier は、問題に対する全体の状況を再確認し、集団との調整を通じ効率的な意思決定ができる。

3. 要因に対する、配分値の付与につき、匿名 (anonymity) を維持することができる。これにより、集団の影響力よりぬけ出で、自身の独自の考えにより判断することができる。

4. Cognitive Mapping, Dialectical Approach, Brainstorming, Devil's Advocate, Nominal Group Technique 等の補助的技法を利用することができる。これらの補助的技法との結合を通じ、相異なる意見をもつ構成員の、心理的特性を把握することができる。

集団意思決定の成果は、各構成員が、意思決定にどれ程活発に参加したか、にかかっているといえる。図式的な表現・討論は、集団の意思決定に対する信頼区間の構築を通じ、自発的に統制が可能となる。なお、各々の段階においておこりうる問題点をとらえ、これを解決することにより、意思決定をより効果的に行うことができる。

この研究において、最適の GDSS を設計するのに必要な仕様と、AHP という GDSS を、どのように効果的に利用しうるかを、示しえたとおもう。

参考文献

1. 孫達鎬・崔武振, 「集団要因이 集団意思疎通樣態에 미치는 影響」, 『経済学研究』, 第 23 卷, 特別号, 1994, 103~125頁。
2. 崔武振・孫達鎬, 「集団思考의 理論的考察을 통한 GDSS 研究領域의 探索」, 『経営情報学研究』, 第 3 卷, 第 1 号, 1993, 88~125頁。
3. Bailey, C. D., "Forgetting and the Learning Curve: A Laboratory Study," *Management Science*, Vol. 35, No. 3, 1989, pp. 340-352.
4. Belton, V., "A Comparison of the Analytic

- Hierarchy Process and a Simple Multi-Attribute Value Function," *European Journal of Operational Research*, Vol. 26, No. 1, 1986, pp. 7-21.
5. Benbasat, I. and L. Lim, "The Effects of Group, Task, Context, and Technology Variables on the Usefulness of Group Support Systems: A Meta-analysis of Experimental Studies", *Small Group Research*, Vol. 24, No. 4, 1993, pp. 430-462.
6. Benbasat, I. and B. R. Nault, "An Evaluation of Empirical Research in Managerial Support Systems," *Decision Support Systems*, Vol. 6, No. 3, 1990, pp. 203-226.
7. DeSanctis, G. and B. Gallupe, "A Foundation for the Study of Group Decision Support Systems," *Management Sciences*, Vol. 33, No. 5, 1987, pp. 589-609.
8. Dyer, J. S., "Remarks on the Analytic Hierarchy Process," *Management Science*, Vol. 36, 1990, pp. 249-258.
9. Duncker, K., "On Problem Solving," *Psychological Monographs*, Vol. 58, No. 27, 1945, pp. 1-113.
10. Expert Choice by Decision Support Software Inc., McLean, Virginia, 1983.
11. Gallupe, R. B., G. DeSanctis and G. W. Dickson, "The Impact of Computer-based Support in the Processes and Outcomes of Group Decision Making," *MIS Quarterly*, Vol. 12, No. 2, 1988, pp. 277-296.
12. Gallupe, R. B., A. R. Dennis, W. H. Cooper, J. S. Valacich, L. M. Bastianutti and J. F. Nunamaker, "Electronic Brainstorming and Group Size," *Academy of Management Journal*, Vol. 35, 1992, pp. 350-369.
13. Gray, P., "Group Decision Support Systems," In E. Mclean (Ed.), *Decision Support Systems: A Decade in Perspective*, North-Holland, 1986.
14. Harker, P. T., and L. G. Vargas, "The Theory of Ration Scale Estimation: Saaty Analytic Hierarchy Process," *Management Science*, Vol. 33, 1987, pp. 1383-1403.
15. Huber, G. P., "Group Decision Support Systems as Aids in the Use of Structured Group Management Techniques," *Management Science*, 1982, pp. 96-108.
16. Karker, P. T., and L. G. Vargas, "Reply to 'Remarks on the Analytic Hierarchy Proc-

- ess," by J. S. Dyer, *Management Science*, Vol. 36, 1990, pp. 269-275.
17. Madu, C.N., "A Quality Confidence Procedure for GDSS Application in Multicriteria Decision Making," *IIE Transactions*, Vol. 26, No. 3, 1994, pp. 31-39.
 18. Newell, A. and H. A. Simon, *Human Problem Solving*, Prentice-Hall, 1972.
 19. Polya, G., *Mathematical Discovery, Vol. 2: On Understanding, Learning and Teaching Problem Solving*, Wiley, 1968.
 20. Poole, M. S. and G. DeSanctis, "Understanding the Use of Group Decision Support Systems: The Theory of Adaptive Structuration," in Steinfeld, C. Steinfeld and Fulk, J., *Theoretical Approaches to Information Technologies in Organization*, Sage Publications, 1989.
 21. Rao, V. S. and S. L. Jarvenpaa, "Computer Support of Groups: Theory-Based Models for GDSS Research," *Management Science*, Vol. 37, No. 10, 1991, pp. 1347-1362.
 22. Saaty, T. L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York, NY 1980.
 23. Saaty, T. L., "Rank Generation, Preservation, and reversal in the Analytic Hierarchy Decision Process," *Decision Sciences*, Vol. 18, 1987, pp. 157-177.
 24. Saaty, T. L., "An exposition of the AHP in reply to the paper 'Remarks on the Analytic Hierarchy Process,'" *Management Science*, Vol. 36, 1990, pp. 259-269.
 25. Shaw, M. E., *Group Dynamics: The Psychology of Small Group Behavior*, New York: McGraw-Hill, 1971.
 26. Simon, H. A. and A. Newell, "Human Problem Solving: The State of the Theory in 1970," *American Psychologist*, Vol. 26, No. 2, 1971, pp. 145-159.
 27. Wallas, G., *The Art of Thought*, Harcourt Brace Jovanovich, 1926.
 28. Watson, R. T. and R. P. Bostrom, "Enhancing Group Behavior with a Keypad-based Group Support System," *Human Resource Development Quarterly*, Vol. 2, 1991, pp. 333-354.
 29. Ziguers, I., M. S. Poole and G. DeSanctis, "A Study of Influence in Computer-Mediated Communication," *MIS Quarterly*, Vol. 12, No. 4, 1988, pp. 625-644.
 30. Ziguers, I. and K. A. Kozar, "An Exploratory Study of Roles in Computer-Supported Groups," *MIS Quarterly*, September, 1994, pp. 277-297.