

GA を用いた生産性を考慮した立地選定技法に関する研究*

A Basic Research on a Productivity Oriented Method for a Plant Site Selection on Genetic Algorithm

相浦 宣徳**、佐藤 馨一***、唐澤 豊****、三添 幹人*****

Nobunori AIURA, Keiichi SATOH, Yutaka KARASAWA and Masato MISOE

1.はじめに

近年、CO₂、NO_x 等による環境破壊が社会的問題として大きく取り上げられ、その最たる発生原因として貨物輸送車による非効率的な財の移動、あるいは都市内及び都市間物流の交錯輸送が槍玉に挙げられている。その対処として、即効性、費用効率性から、生産拠点及び物流拠点の統廃合、共同輸・配送による効率化等々に代表される既設設備の有効利用を前提とした物流システムの改善が主として進められている。

この様な社会背景と共に、近年の企業戦略としても、生産工場自体を含めた物流拠点の統廃合をベースとした最適配置が大きくとりあげられている。

しかしながら、生産拠点の再配置計画を考える場合、物流拠点配置を考えるように、単に輸送費、輸送回数または輸送距離等の地理的な優位性から解を求めるだけでは生産拠点本来の活動である生産を無視するだけでなく、生産拠点再配置のもう一方の狙いである生産性の向上を妨げる恐れがある。これに対し、これまでも生産性の向上を目的とした工場立地問題が研究提唱されてきた。しかしながらそれらの多くは、生産能力と生産物量により求められる操業度の高水準化を考慮し解を得てはいるものの、生産工場への市場または供給地の割付けを局所的に行っているため、得られた解は何らかの問題がある。

本研究は生産工場をより上方に位置する物流インフラとして捉え、N 社において現実に提示されている生産拠点の立地問題をモデルケースとして位置付け、生産拠点及び各生産拠点に配備される機械設備により決定される生産費用と、生産拠点に割付けられた供給地の位置関係により決定される輸送費用のトレードオフから拠点立地を求める技法を確立することを目的としたものである。

具体的には、①従来の研究で提唱されている操業度の高水準化を目的とした供給物量の生産能力への割付け方法を継承しつつ、それに加え②地理的位置関係を考慮し

た生産拠点への供給地の割付方法を新たに検討し、それら双方のトレードオフから生産拠点立地を選定する。

2.問題設定

本研究で取り上げたN社における生産条件を表1に示す。

表1 モデルケース

項目	概要
生産拠点数	現行 10 拠点(内製本工程のみ) 拠点候補地は印刷工程を有する 6 拠点
工程数	2 工程(印刷、製本)
生産機械	印刷工程 2 機種 製本工程 1 機種
供給地域	46 都道府県
製品数	2 分類×46 都道府県(都道府県に異なる)
生産費用	原価償却費、人件費、その他製造費
輸送費用	都道府県間距離から基準運賃を算出

N 社では全国に点在する 10 ヶ所の生産拠点を有し、各生産拠点は夫々担当する地域を都道府県単位で持ち、各都道府県の需要に応じて、2 分類に大別される 46 都道府県毎に内容の異なる地域情報誌(以下、製品とする)を生産、供給している。但し、各都道府県から要求される製品には生産物量に影響を与える若干の差異がある。また、生産は印刷、製本工程の 2 工程により行われているが、10 拠点中 4 拠点は印刷工程を持たずに他拠点で印刷を終えた半製品を受け取り、自社の保有する製本工程により製品化している。使用可能な機械設備は印刷工程 2 機種、製本工程 1 機種が各々複数台用意されており、使用状況、製品特性により機種が選定される。

さらに、N 社では生産上の課題として下記の諸点を挙げている。

- ① 各工場において年間を通して、生産量の極端な山谷が存在。
- ② 平常時の場合でも機械の遊休状態が発生。
- ③ 印刷工程を持たない工場の存在により、無駄な輸送機会の発生、保管スペースの重複等々の費用的損失が発生。

これらの問題に対して N 社は全工場単位での稼働率・輸送効率の向上を目的として、①生産拠点の統廃合、②機械設備の再配分、③担当エリアの再配分等々の検討が行われている。

*キーワード 産業立地、最適化技法

**学生員 修(工) 北海道大学大学院工学研究科都市環境工学専攻
(札幌市北区北 13 条西 8 丁目、Tel 090-4729-2228、Fax 011-706-2296)

***フェロー 工博 北海道大学大学院工学研究科都市環境工学専攻
(札幌市北区北 13 条西 8 丁目、Tel 011-706-6209、Fax 011-706-2296)

****正員 工博 神奈川大学大学院工学研究科経営工学専攻
(横浜市神奈川区六角橋三丁目 27 番 1 号、Tel 045-481-5661、
Fax 045-413-6565)

*****正員 修(工) コンパックコンピュータ(株)
(東京都杉並区上荻 1-2-1、Tel 03-5349-7301、Fax 03-5349-7473)

3. 生産性を考慮した立地選定技法の構築

(1) モデル構築の方向性

本技法は、現行生産拠点からの統廃合を前提として、各生産拠点立地の有無はもとより、各々に配置される機械設備及び統括地域の検討を行うことにより、全生産拠点の操業度を高水準に保持し、生産関連費用、物流関連費用からなる総費用が最小となる生産拠点配置及びその統括地域を選定する。

最適配置問題は17世紀初頭の”フェルマー問題”を先駆けとし、19世紀後半のラウンハント、20世紀初期のウェーバーらにより工場立地問題として展開される。以来、大別して、経済学的観点から平面上(連続空間)での施設の全体的な均等配置と最適配置の関連に焦点を当て最適配置を求める流れ、OR分野においてネットワーク上(離散空間)での部分的な最適配置に焦点を当てた立地最適化の2つの流れにより研究が進められている。

本研究で取り扱うモデルケースに類似しているモデルとして、1984年にペンシルバニア大学(当時)のMahmoud, Mohamed Moustafaにより提案されたMMFLA (Multi-echelon Multiactivity Facility Location Allocation)モデル、Integer LP法を用いたモデル等が挙げられる。これらのモデルでは生産拠点の持つ生産能力と割付けられる生産物量により求められる操業度を指標とし、対象となる生産物量に対する生産機械総数または生産ライン総数の最小化を主な目的として、生産拠点の持つ生産能力への生産物量の割付けを行い解を得ている。

しかしながら、そのいずれも生産拠点へ割付ける供給地または市場を選定する際には、選定処理が発生する度に輸送距離最短または輸送費用最小を指標とし、貪欲法(Greedy Method)等を用い処理している。そのため、これらのモデルにより得られた解には図1で示す”飛び地”といった事象が発生する。この”飛び地”は、本研究で調査した範囲において、生産費用と輸送費用のトレードオフにより求められた結果ではなく、次章で示す各生産拠点へ割付ける供給地の検索順序における不備によるものと判断される。



図1 飛び地

そこで、本研究では生産拠点の生産能力に対する生産物量の割付け方法として、従来の研究で提案されている生産物量に対する生産機械総数または生産ライン総数の最小化を狙った割付け方法を採用すると共に、生産拠点へ割付けられる供給地の選定方法を新たに検討する。

また、本研究で取り上げたモデルケースの示す条件下でシミュレーションを実施した結果、延べ1ヶ月余りの処理期間を必要とした。今後本技法をより一般的なモデルに発展させる上で最適化技法導入の検討が必要と判断される。

上記、課題を本技法の構築における方向性と位置付け、検討を進める。供給地の割付方法、最適化技法の導入については各々次章、次々章に詳細をまとめる。

(2) モデル構築の前提

生産性を考慮した立地選定モデルの前提として以下の事項を定めた。

(a)生産拠点

- ・立地される生産拠点数は、与えられた生産拠点数の範囲で決定する。
- ・1生産拠点で複数製品を生産する。
- ・機械設備が配置されない拠点は立地しない。

(b)製品

- ・複数製品を取り扱う。

(3) 設定項目

本モデルにおいて設定すべき項目を以下にまとめる。これらは対象とする事象に基づき使用者により設定され、現実社会でのリアルデータを想定している。なお、地代家賃等の生産拠点開設に伴う費用は、既存生産拠点を前提としているため考慮していない。

(a)生産拠点

- ・生産拠点別人件費

(b)機械設備

- ・機種別生産能力
- ・機種別の各製品に対する生産負荷変換値
- ・機種別投資費用
- ・機種別の操業費用、必要要員数

(c)供給地

- ・各供給地毎の各製品別需要量

(d)輸送

- ・製品別輸送単位
- ・生産拠点別・供給地別の輸送単価

(4) 処理概要

本技法における基本的な処理概要を図2に示す。

Step.1:

拠点立地候補地から拠点を選出する。

Step.2:

選出された拠点へ機械設備を配置する。

Step.3:

Step.2までに各拠点に配置された機械設備の機種・台数から各拠点の生産能力を算出する。

Step.4:

各生産拠点の持つ生産能力及び供給地への供給物量から割付け可能な供給地を候補地として選出する。

Step.5:

選出された候補地から各拠点に割付ける供給地を次章で示す選定方法に従い選定し割付ける。

Step.6:

ここまで割付けられた供給地及び配置された機械設備の機種・台数から各拠点の生産能力(余力)を算出する。

全ての供給地が割付けられるまで Step.4~6 を繰り返す。

Step.7:

全ての供給地を割当てた後、生産費用及び輸送費用を算出する。

Step.1,2 において発生する拠点立地と拠点へ配置される機械設備の全組合せに対し Step.7 までの処理を繰り返す。

Step.8:

生産費用、輸送費用からなる総費用最小となる組合せを解とする。

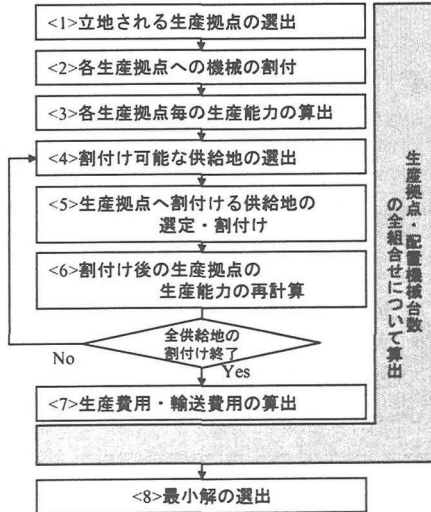


図2 基本アルゴリズム

本技法の目的関数となる Step.7 における費用算出式(1)を以下に示す。

本式は、生産拠点及び各生産拠点に配備される機械設備により決定される生産費用と、生産拠点に割付けられた供給地の位置関係により決定される輸送費用のトレードオフ関係を内包している。

また、本研究で生産性の指標として採用した操業度は、配置された生産機械能力に対する割付けられた生産物量の比率であり、操業度の向上は全生産物量に対する全生産機械台数の最小化を意味する。

$$\begin{aligned}
 Cost = & \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} M_{im} F_m \quad \dots (\text{生産固定費}) \\
 & + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} C_{ijk} X_{ijk} \quad \dots (\text{輸送費}) \\
 & + \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} M_{im} V_{im} g_{im} \quad \dots (\text{生産変動費}) \\
 & \dots \dots \dots \text{式(1)}
 \end{aligned}$$

ここで操業度 g_{im} は

$$g_{im} = \frac{\sum_{k \in K} Y_{imk} T_{mk}}{P_m M_{im}}$$

制約条件:

$$\begin{aligned}
 \sum_{m \in M} M_{im} & \geq 1 \quad (\text{立地される生産拠点 } i) \\
 \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} X_{ijk} & = \text{供給地 } j \text{ における総需要量} \\
 g_{im} & \leq 1.0
 \end{aligned}$$

生産拠点立地数 $i \in I \{1 \dots I'\}$

供給地立地数 $j \in J \{1 \dots J'\}$

製品数 $k \in K \{1 \dots K'\}$

機械種類数 $m \in M \{1 \dots M'\}$

M_{im} : 生産拠点 i に配置される機種 m の台数

F_m : 機種 m 1 台の配置に要する固定費

X_{ijk} : 生産拠点 i から供給地 j への製品 k の数

C_{ijk} : 生産拠点 i から供給地 j への製品 k の輸送単価

V_{im} : 生産拠点 i での機種 m 1 台に要する操業費用

g_{im} : 生産拠点 i における機種 m 全体の操業度

Y_{imk} : 生産拠点 i の機種 m に割付けられた製品 k の数

P_m : 機種 m 1 台の持つ生産能力

T_{mk} : 製品 k を機種 m で生産する際の生産負荷変換係数

4. 生産拠点への供給地の割付

Step.5 生産拠点への供給地の割付において、Step.4 により選出された候補地から生産拠点 i へ割付ける供給地を選定する際に、本研究の初期段階及び従来の研究では、式(2)を満たす供給地 j^* を選定し、生産拠点 i に対し割付けを行った。

$$j^* \text{ Satisfy } C_{ij^*k} = \min_{j \in J} \{C_{ijk}\} \quad \dots \dots \dots \text{式(2)}$$

生産拠点立地数: $i \in I \{1 \dots I'\}$

割付け候補供給地数: $j \in J \{1 \dots J'\}$

製品数: $k \in K \{1 \dots K'\}$

C_{ijk} : 生産拠点 i から供給地 j への製品 k の輸送単価

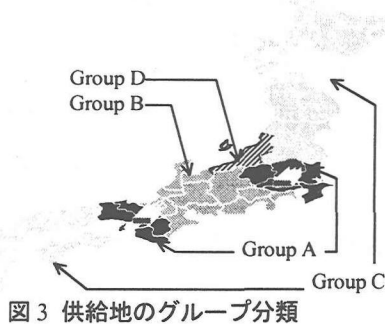
その結果、図1に示される”飛び地”という事象が発生した。本研究における調査から、これは生産費用と輸送費用のトレードオフにより求められた結果ではなく、各生産拠点へ割付ける供給地の検索順序における不備により発生したものであると結論付けることが出来る。

例として図1に示す”飛び地”の発生を下記に再現する。

- ① 生産拠点候補地として東京と大阪が選ばれそれぞれに生産機械(生産能力)が配置される。
- ② 式(2)に従い、東京、大阪の近隣から、生産拠点の生産能力内で供給地が割付けられる。
- ③ 供給地の割付けが進み、最後に鹿児島が割付け対象となり、式(2)から大阪への割付けが検討される。
- ④ しかし大阪の生産能力が鹿児島への供給量に満たないため東京へ割付けられる。

これは、式(2)を用いシミュレーションした際に、実際に出現した事象であり、この解は必ずしも生産費用、輸送費用からなる総費用の最小化を満たしていないことが判明している(6章参照)。

この課題に対し本研究では、供給地を下記に示すグループに分類し、地理的条件から特定の生産拠点に対する従属性の強さを考慮し、グループ $A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow B$ の優先順序に従い供給地の割付けを行った(図3)。更に、グループ内においても、生産拠点毎に割付け候補となった供給地群に対し他生産拠点との地理的優位差により順位付けを行い、順位に従い割付けている。但し、ここで分類したグループは生産拠点に割付ける供給地の検索順序であり、グループ単位での割付けを意味するものではない。



Group A:

生産拠点の所在する供給地及び隣接する供給地

Group B:

各生産拠点の間に位置し、どの生産拠点に割付けられても支障の無い供給地(供給地j)に対する生産拠点i,kの位置的関係が式(3)を満たす供給地)

Group C:

生産拠点を頂点として構成される多角形(生産拠点が2カ所の場合は生産拠点を通過する円)の外部に位置しA~Bグループに属さない供給地(供給地j)に対する生産拠点i,kの位置的関係が式(4)を満たす供給地)

Group D:

A~Cのグループには属さない供給地(Group A-C以外の供給地)

$$DP_{ik} \geq DM_{ij} \text{ and } DP_{ik} \geq DM_{kj} \quad (k \neq i) \dots \dots \text{式(3)}$$

$$DP_{ik} + DM_{ij} \geq DM_{kj} \quad (k \neq i) \dots \dots \text{式(4)}$$

生産拠点数 $i, k \in I = \{1 \dots I'\}$

供給地数 $j \in J = \{1 \dots J'\}$

DP_{ik} : 生産拠点i, 生産拠点k間の距離

DM_{ij} : 生産拠点i, 供給地j間の距離

5.GAによる解法

本モデルをモデルケースで示される設定変数(生産拠点数:6、印刷機2種(最大台数各14,7,台)、製本機1種(最大台数14台)、供給地数:46、取扱い商品数:2×46)で処理させた場合、総当りによる最適解算出に必要な組合せ数は約28億通りに及ぶ。1組に要する計算時間が約0.001秒であるため全組合せに要する計算所要時間は約1ヶ月を要する。この問題から、本モデルの計算効率の向上を目的として、組合せ最適化問題に対して大域的な探索能力を持つ遺伝的アルゴリズムを適用する。しかしながらGAには、偶然性を利用する一面をもつため条件によっては局所解に陥り充分な探索が行われない等の欠点があるため、総当りにより求められた解との比較によりその妥当性を併せて検証する。なお、実際に開発環境と同レベルの複数台のマシンにより処理を行った結果、延べ1ヶ月の処理時間を必要とした。

(1) GAの適用

生産拠点立地探索の基本的アルゴリズムにおいて、図2に示すStep.1,2の処理をGAにより取り扱う。すなわち、候補となる生産拠点を選択し、選択された生産拠点に配置する設備機械の機種、各々の台数を遺伝子として表現し、遺伝子に従いStep.3~7を処理し、求められた生産費用、輸送費用を適応度として反映させる。

(2) GAによるコーディング

図4に本モデルにおけるGAのコーディング方法を示す。

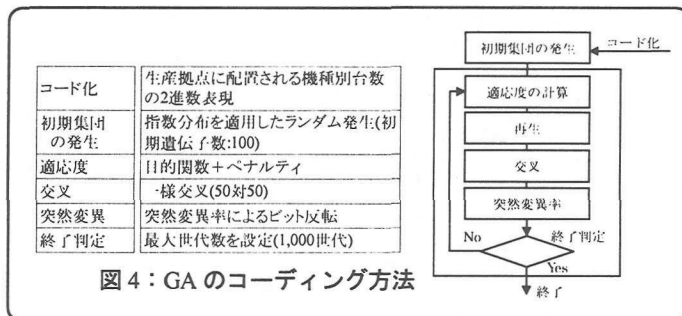


図4: GAのコーディング方法

(3) 生産拠点立地の遺伝子表現

本モデルにおける遺伝子表現を図5に示す。大枠として生産拠点毎に遺伝子群を分け、更に配置される機械設備毎に遺伝子群を細分化する。機械設備毎の遺伝子群は台数を2進数表現したものであり、bit数は機械設備毎の最大台数を十分表現できる範囲で用意される。印刷機種1、製本機は最大台数が14台であるため各々4bitが用意され、同様に印刷機種2では最大台数が7台であるため3bitが用意される。図5では生産拠点1において、印刷機種1が5(0101)台、印刷機種2及び製本機は各々1(001)台、3(0011)台が配置される。また、拠点3では全ての機械が0(0000又は000)台となっているため立地されない。

生産拠点1			生産拠点2			生産拠点3			...	生産拠点N		
印刷1	印刷2	製本3	印刷1	印刷2	製本3	印刷1	印刷2	製本3	...	印刷1	印刷2	製本3
5台	1台	3台	3台	2台	2台	0台	0台	0台	...	4台	3台	5台
0101	001	0011	0011	010	0010	0000	000	0000	...	0100	011	0101

01010010011 00110100010 00000000000 ... 01000110101

図5 遺伝子表現

6.生産拠点の最適配置の探索

本研究で示した生産拠点立地選定技法の実現結果(以後 提案型)を示す。また本技法で取り入れた供給地の生産拠点への割付方法の検証として、生産拠点へ割付ける供給地の選定段階で輸送費用最小を指標とした貪欲法を用い求めた解(以後 従来型)との比較検討を行う。

生産拠点の最適配置探索を行うために用いた計算機環境は表2に示す通りである。

表2 計算機環境

主要スペック	CPU: PentiumIII 500MHz Memory: 128Mb
使用 OS	Windows 98 S.E.
使用言語	C 言語 (V.C++ Var5.0)

(1) 使用データ

表3に示す条件をモデルサイズとして生産拠点立地、取扱い製品及び供給対象地の最適解を算出する。GA 操作における適応度として使用する費目及び算出に用いたデータを表4に示す。

表3 モデルサイズ

項目	数値	備考
生産拠点数数	6	現状数値
製品数	92	現状数値(2 分類×46 都道府県：都道府県に内容が異なる)
機械種	3	印刷機 2 機種、製本機 1 機種
最大機械台数		
印刷機 機種 1	14	現状数値 (高性能・高額)
印刷機 機種 2	7	現状数値 (低性能・低額)
製本機	14	現状数値
供給地数	46	現状数値(都道府県単位)

表4 費用算出データ

算出費目		使用データ
生産費用	原価償却費	機種毎に投資額を設定 定額法・償却期間 10 年
	操業費用	機種毎に設定
	人件費	機種毎の稼働人数を設定 各候補地における基準賃金
輸送費		製品別の重量を設定し 10t 車にて輸送 平成 9 年認可料金下限値

(2) シミュレーション結果

提案型及び従来型の両方式により求められた結果を示すと共に両方式の比較考察を行う。

(a) 供給地割付結果からの考察

提案型及び従来型における各拠点への供給地の割付結果を表5,6に示す。

拠点候補地から選定された生産拠点は、提案型で熊本工場が選定され、従来型で広島工場が選定された以外は同一の結果を得た。但し、各生産拠点に割付けられた供給地は明らかに異なる。また、従来型では表6に示すように愛知工場における北海道が飛び地となっているのに対し、提案型では本研究で主たる問題とした”飛び地”は出現していない(表5)。

表5 提案型による供給地割付結果

生産拠点	供給地
宮城工場	宮城,青森,岩手,北海道,秋田
埼玉工場	埼玉,東京,千葉,山梨,群馬,長野,茨城,山形,福島,新潟,栃木, 神奈川
愛知工場	愛知,岐阜,静岡,三重,石川,富山,福井
大阪工場	大阪,兵庫,和歌山,香川,奈良,京都,愛媛,高知,滋賀,徳島, 岡山,鳥取,広島,島根
熊本工場	熊本,鹿児島,宮崎,大分,福岡,長崎,佐賀,山口

表6 従来型による供給地割付結果

生産拠点	供給地
宮城工場	宮城,岩手,秋田,山形,福島,青森,新潟
埼玉工場	埼玉,千葉,山梨,群馬,長野,茨城,栃木,東京,神奈川
愛知工場	愛知,岐阜,静岡,三重,北海道,石川,富山,福井,京都
大阪工場	大阪,兵庫,和歌山,香川,奈良,滋賀,鳥取,愛媛,徳島
広島工場	広島,山口,島根,岡山,高知,福岡,佐賀,大分,長崎,熊本,宮崎,鹿児島

(b) 機械設備割付結果からの考察

機械設備割付結果並びに操業度を表7,8に示す。
選定された全生産拠点に配備される各機械設備の計は、印刷機械は機種1、2共に両方式において同数となっているが、製本機台数は提案型が12台に対し、従来型が9台と大きく異なっている。これは、生産拠点への供給地の

割付けを行う際に、提案型では供給地の検索順序に制限を受けるのに対し従来型では全く制限がないため、結果的に各拠点の持つ生産能力により近似した生産物量が割付けられ、総機械台数が少なく抑えられたことによる。また、両方式とも操業度は高レベルな値を示しており、本研究で示した生産拠点の生産能力に対する生産物量の割付け方法による効果と判断される。

表7 提案型による機械設備割付結果 (単位: 台・%)

拠点名	印刷機械			製本機械
	機種 1	機種 2	計・平均	
宮城工場	—	1(96.1)	1(96.1)	1(90.3)
埼玉工場	2(88.7)	1(94.7)	3(90.7)	4(94.4)
愛知工場	1(95.7)	—	1(95.7)	2(62.8)
大阪工場	1(100.0)	1(63.1)	2(81.6)	3(82.2)
熊本工場	1(86.4)	—	1(86.4)	2(68.1)
計・平均	5(91.9)	3(84.6)	8(89.2)	12(81.4)

注)()内は操業度を示す。

表8 従来型による機械設備割付結果 (単位: 台・%)

拠点名	印刷機械			製本機械
	機種 1	機種 2	計・平均	
宮城工場	—	1(76.3)	1(76.3)	1(78.0)
埼玉工場	—	2(88.7)	2(88.7)	2(80.1)
愛知工場	2(74.7)	—	2(74.7)	2(99.3)
大阪工場	1(99.7)	—	1(99.7)	2(84.4)
熊本工場	2(57.7)	—	2(57.7)	2(93.2)
計・平均	5(72.9)	3(84.6)	8(77.3)	9(88.0)

注)()内は操業度を示す。

(c) 費用面からの考察

提案型及び従来型両方式により求められた解に要する費用を表9に示す。

表9 費用比較 (単位:100 万円)

	提案型	従来型
生産費用	20,259.9(100.0)<73.9>	18,610.5(91.9)< 67.8>
輸送費用	7,134.1(100.0)<26.1>	8,820.4(123.6)<32.2>
総費用	27,394.0(100.0)<100.0>	27,430.9(100.1)<100.0>

注)()内は対生産型比率,<>内は対総費用比率

生産費用においては、提案型に比して従来型が安価になっている。これは、(b)で示した製本機の台数の差によるものである。

輸送費用は生産費用とは逆に提案型が安価となった。従来型に比して提案型においては、本研究で取り入れた生産拠点への供給地の割付方法により、飛び地がない点、各生産拠点に対しより従属性の強い供給地から割付けられている点から得られた結果と判断される。

総費用においては提案型が約0.1%安価となり、その効果は僅かであった。しかしながら、表9内<>で示される対総費用比率からも本結果が生産費用と輸送費用とのトレードオフに基づいて立地が選定された結果であることが判断できる。

(d) 探索面からの考察

本モデルでは計算効率の向上を目的として、組合せ最適化問題に対して大域的な探索能力を持つ遺伝的アルゴリズムを適用した。その際の収束過程を図6に示す。これは、淘汰率を{0.1,0.2,0.3,0.4}、突然変異率を{0.01,0.03,0.06}と変化させ、各々10回、計120回の探索を行った結

果に対し分散分析を施し、信頼率 95%で適応度に対する最適条件として有意であると判定される淘汰率 0.3、突然変異率 0.06 の組合せにより探索した際の収束を示したものである。GA は偶然性を利用するため、主たる設定項目である淘汰率、突然変異率等の設定によっては十分な探索がなされない可能性があることから、上記のように各値を変化させ試行した。また、探索における妥当性の検証を目的に総当りにより求めた解との比較を行った結果、120 回の探索の内約 8 割が同一の解を得た。最適立地選定までの探索時間は約 30 秒前後と総当たりによる処理時間(実測延べ 1 ヶ月)に比較して大幅な削減が達成された。大幅な処理時間の削減及び総当たりとの解の一致から本モデルへの GA の適用方法は適切であると言える。

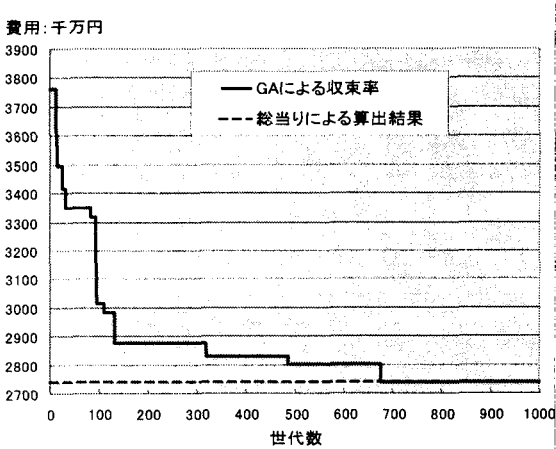


図 6 収束過程

(e) 総 括

(a)～(c)の考察により、従来の研究から継承した操業度の高水準化を目的とした供給物量の生産能力への割付け方法と本研究で新たに検討した地理的位置関係を考慮した生産拠点への供給地の割付け方法を組合せ、生産費用及び輸送費用のトレードオフから生産拠点を選定した際の効果が明確にされた。また、本研究で示した割付け方法においても”飛び地”が発生する可能性が考えられる

が、従来のモデルにおける局所的な供給地の割付けにより発生するものではなく、生産費用及び輸送費用のトレードオフから選択した結果であると判断できる。

7.おわりに

本研究では、社会的物流インフラ配置問題の解決の第 1 歩として、現実問題として提示されたモデルケースについて最適解の算出・検討し従来のモデルの問題点であった生産拠点への供給地の割付け方法の新たな検討を行うと共に、生産性を考慮した生産拠点立地選定モデルを開発した。また、最適化技法として GA を適応することにより大幅な探索時間の削減を達成し、今後のモデルサイズ拡張への足掛かりを確立した。

今後、本モデルの一般化に伴う留意点や制約についても検討を進める予定である。

参考文献

- 1) Yutaka Karasawa, Nobunori Aiura, Keizou Wakabayashi“ A Basic Research on a Site Selection Simulation Model for a Telephone Directory Plant”, Technical Proceedings of International Conference on Production Research(ICPR-15), pp.1479～148
- 2) Mahmoud,Mofhamed Moustafa: "An Efficient Algorithm For The Multiechelon Multiactivity Facility Location-Allocation Problem under Economies of Scale ",The Thesis for PH.D, University of Pennsylvania,1984
- 3) 三添 幹人、唐澤 豊、相浦 宣徳,"最適拠点選定シミュレーションモデルに関する基本的研究" 日本経営工学会 秋季研究大会 予稿集 P.P.154～155、1997
- 4) 唐澤豊,"物流システム入門",株式会社現代工学社発行,1976 年 1 月 20 日初版
- 5) 岡部篤行,鈴木敦夫,"最適配置の数理",株式会社朝倉書店発行,1992 年 4 月 20 日初版
- 6) D. M. Smith,"工業立地論(上・下)" 株式会社大明堂, 昭和 57 年 7 月 15 日初版
- 7) 岡部篤行,鈴木敦夫:"最適配置の数理",株式会社朝倉書店発行,1992 年 4 月 20 日初版
- 8) 佐々木修,工藤紀彦,谷津進,直井知与,"実践実験計画法",日本工業新聞社発行,1985 年 11 月 30 日初版

GA を用いた生産性を考慮した立地選定技法に関する研究*

相浦 宣徳**、佐藤 馨一***、唐澤 豊****、三添 幹人*****

本論文はハード面からの社会的物流インフラ配置問題解決の第 1 歩として、ある企業において現実提示されている生産拠点立地問題の解決、生産性を考慮した立地選定技法の確立を目的としたものである。すなわち、操業度の高水準化を図る生産能力への生産物量の割付け方法と既存の研究で問題とされる生産拠点への供給地の割付け方法の検討を行い、生産拠点及び各生産拠点に配備される機械設備により決定される生産費用と、生産拠点に割付けられた供給地の位置関係により決定される輸送費用のトレードオフから拠点立地を求める技法を確立した。今後、本モデルをベースとして広域エリアにおける供給地、セントラル・ハブ、ローカル・ハブ等の社会的ハブの最適化問題へと発展させ、社会的インフラとしての最適ハブシステムの研究に取り組む予定である。

A Basic Research on a Productivity Oriented Method for a Plant Site Selection on Genetic Algorithm

Nobunori AIURA, Keichi SATOH, Yutaka KARASAWA and Masato MISOE

The Purpose of this paper it to solve optimization problems for locating plant sites as a first step of investigation of social distribution problems, which are actually presented in some company. We construct a productivity-oriented method for an optimal plant site selection taking into considerations trade-off theory between production cost and outgoing transportation cost including production operation level. In future, we try to develop this model to a more general one suited to optimization problems of social hub such as central hub and local hub in a broad area and investigate a construction of optimal hub system as a social infra.