

Title	効率的に解ける多次元輸送問題の研究
Author(s)	木川田, 智明
Citation	
Issue Date	2001-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1471
Rights	
Description	Supervisor:平石 邦彦, 情報科学研究科, 修士

効率的に解ける多次元割り当て問題と輸送問題の研究

木川田 智明

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2001年2月14日

キーワード: Operations Research, Monge property, North-West Corner Rule, 3-Dimensional Transportation Problem.

人が存在すれば、必ず物が存在する。古代から、人は遠くにあるものを欲してきた。現代社会に置いては、メディアの発達により、遠くにあるものを手に入れられるようになった。さらに、コンピュータ・ネットワークにより、物資の移動がさらに頻繁に行われるようになってきている。移動には陸空海のネットワークが構成されているが、その際にかかる費用は、多様ではあるが、莫大になることがある。社会的要求として、費用やエネルギーの削減は、快適な社会を構成するため、また地球環境を考える上で急務となっている。

こうした関心は、輸送問題という形で定式化されている。それは、オペレーションズ・リサーチ (OR) で扱われている。また、戦後、線形計画法が、問題を具体的に定式化するための数学的な枠組みと、それらの解を効率的に求めるための計算方法、アルゴリズムを提供したことによって、外見の異なった様々な問題を統一的に扱うことが可能となった。

このように目覚ましい発達をとげた OR は経営科学、社会科学、工学などに大きな影響を与えている。OR は実際の問題をいかに科学的に解決するかという目的を達成するために活用されている。数学モデルをつくり、これを解くために数式を使うことが多い。また、OR では、解決の難しい問題を、いかに優しく、エレガントに解くかということを目指しているのも興味深い点である。また、困難な問題点をより平易な手法で解明し、また計算時間のより少ない方法を生み出すことは、それだけ高度なものと評価される。

輸送問題は製品を生産地から消費地まで最も安い費用で輸送する方法を求めるという問題である。今日では、物資の輸送に関して、莫大な費用がかかる。原価の 80% が輸送費用にあてられている製品もある。消費者はもちろんのこと、供給側にとっても、輸送費の削減は新たな利益を生み、また様々な社会的ニーズを満たすことは明白である。たとえば、長い間考えられてきた "缶詰製造所の問題" や "石鹼工場の問題" などが有名である。

本研究で取り扱う問題について述べる。条件によっていくつかのタイプに分けられる。ヒッチコック型輸送問題は、生産地と費地がそれぞれ複数個所あって、各生産地における生産量、各消費地における消費量、及び各生産地から各消費地に単位量を輸送するときの費用が与えられている時、総輸送費が最小になる輸送方法を求めよという問題である。F. L. ヒッチコックが1941年に定式化し、解法を示したので、その名がつけられている。その定式化は、一般の線形計画問題の定式化に先立つが、現在では、線形計画問題の特殊な場合として扱われている。

一般型輸送問題は、生産地と消費地以外に、いくつかの中継地点があるネットワーク上での輸送問題であり、ネットワーク型輸送問題ともいう。また同種の考え方を持つ、多品目型輸送問題がある。これは輸送する物資が複数ある場合である。現実の輸送に際して、輸送物資は一つだけとは限らない。そして、輸送の際に、一つの生産地から送り出される複数の輸送物資は、複数の消費地の要求を満たさなくてはならない。したがって、物資の品目が増えるに従って、問題が複雑になってくる。

本研究で扱う問題は、パラメーターが3つ以上の問題である。それは、多次元輸送問題と呼ばれている。一般的に、陸海空の輸送では複数の物資が同時に運ばれているのが現状である。また、輸送は何度もの中継点を経て消費地にたどり着く。その際に、いかに輸送の際にコストを削減するかを考察する。

まず、輸送問題を解くにあたって、Monge property という考え方がある。この考えた方には非常に長い歴史があり、すでに1781年のフランスのエンジニアと当時の数学者G.Mongeによって考え出された。そして、A.J Hoffman は、問題の入力がMonge property を満たすことができれば、非常に簡単な方法で解くことができることを証明した。その方法は輸送問題だけでなく、いくつかの異なった種類の問題にたいしても応用されている。たとえば、応用分子学、計算機幾何学などの様々な分野である。

本研究では、一般型多次元輸送問題に対して考察する。輸送問題は多次元輸送問題に拡張されている。一般型多次元輸送問題に対して、多次元のMonge property が提案されている。その方法は、2次元でのMonge property の拡張である。この考え方により、コスト関数が多次元Monge property を満たすならば、Northwest corner rule で解けることが示された。

上界制約が存在する場合に、実行可解の存在条件を求めた。さらに、問題を解くアルゴリズムを提案し、そのアルゴリズムによる解が最適解となることを証明した。

一般に、多次元輸送問題はパラメーターが増えるごとに、複雑になっていく。そのため、最適解のみならず、実行可能解をみつけることですら複雑になる。こういった問題を解決する際に、最適解を見つける前に、実行可能解の有無が問題となる。そういった状況において、解の存在条件は、この問題を解くために有効な手段となりうる。今後の課題として、上界制約の種類が異なる問題にたいし、解が存在するのかを解明することがあげられる。これに関しては、本研究が行った証明が有効でなくなるかについて述べた。これは、今後、この問題を考える上で乗り越えなくてはいけない壁である。本研究で用いた証明方法に従わずに、実行可能解の存在の必要十分条件を見つける可能性があるかもしれない。