

IV-244 列車ダイヤに関する研究の現状と今後の課題

東京大学 学生会員 畠中秀人
 東京大学 学生会員 古川 敦
 東京大学 正会員 家田 仁

1. 始めに

現在土木工学における交通計画の分野の研究は、交通網計画、需要予測、交通量配分等がその主なものである。そのうち交通量配分については、道路上における交通量配分手法の研究は、ネットワーク理論を応用した様々な交通量予測、制御、配分に関する研究がなされている。しかし、鉄道、それも乗客の列車選択行動に関する研究は全くなされていない。だが新しく路線を計画する上でも、現在の路線の改良を行なう上でも、土木工学者が列車の運行～鉄道ダイヤ～について知ることは、特にその地上設備の設計、配置を考える上で有用であると思われる。そこで本研究では、従来行なわれてきたダイヤに関する研究～主として実務者、並びに電気工学者によるもの～を紹介するとともに、今後列車ダイヤについていかなる研究をすべきか、について述べる。

2. ダイヤ作成に関する研究

鉄道という輸送機関は、道路とは異なり施設のみではその機能を発揮しない。そこで列車運行計画が必要となってくるのであるが、道路上を自由に走行できる自動車と異なり、線路上の列車の運行には様々な制約があり、運行計画の作成～ダイヤの設定～には、多大の時間と労力を必要とする。現に旧国鉄の全国規模のダイヤ改正作業には、2年におよぶ歳月と数百人もの人手を必要とした。よってダイヤ改正作業を始めた時点における需要予測によって計画された輸送量と、施行する時点の需要との間に狂いが生じてしまうのが実情であった。そのためにダイヤ作成をより省力化し効率的に行なう必要があることから、ダイヤ作成に関する研究は主としてダイヤ作成にコンピューターを導入する方向で、J Rや近鉄の技術研究所において行なわれてきた。

鉄道は、その走行路が線路上に限定されること、自動車に比べ制動距離が非常に長いことから、その運行を計画する際には多くの制約条件が存在する。そのうち物理的な制約としては、

- ・線形、車両性能（速度、加・減速度）、駐車場の位置、待避・交換可能駅的位置、閉塞区間長、列車長保安設備（ATS、ATC）、最小運転時隔、駅構内における配線

等があり、運行上の制約としては、

- ・必要車両数およびその運用、乗務員運用、車両基地の位置、保線時間の確保

等がある。また旅客サービス上の制約としては、

- ・必要輸送量の確保、他線区との接続、始・終列車の時刻、有効時間帯

等がある。これらの制約を満たすダイヤ作成は従来専門家の試行錯誤により行なわれてきた。このため多大な労力と時間が必要であるわけだが、これを電算化する手法としてJ R、近鉄の技研において次の2つが提案されている。

I. J R

上の制約条件を満たす多数の列車の組合せのうち、ある選択基準によって不適当なものを棄却し残ったいくつかの代替案のうち適当なものを人間が選択、あるいは修正するマンマシンシステムによるダイヤ作成方法。

II. 近鉄

各列車の駅間走行順序を決めたとき上の制約条件を満たす列車設定可能時間は、限定されたベルトとし

て表わされる。そこで駅間走行順序をコンピューターに試行錯誤させることによりダイヤ案を作成する。

3. ダイヤ改善に関する研究

大都市近郊の通勤輸送、特に朝ラッシュ時の混雑は大きな社会問題になっている。この輸送改善のために最も望まれるのは線増であるがこれには多額の費用と時間が必要である。とくに今日の地価高騰のおり複々線化に必要な用地買収は、私鉄各社の財政に大きな負担を強いることになる。この負担軽減のため今年1月関東大手私鉄6社から特定都市鉄道整備積立金制度に基づく運賃値上げが申請されたが、この様な乗客にも金銭的な負担を強いるハード面での対策ではなく、持てる資産の効率的な運用により輸送改善を行なおうとしてなされているのがダイヤ改善に関する研究である。これについては曾根（東京大学工学部電気工学科教授）が多くの論文を発表しているのをこれを3つに分けて説明する。

I. 列車間接続に留意したダイヤ改善策。

これは、本線と支線、あるいは新幹線と在来線の接続に必要な待ち時間をできるだけ少なくしようとしたダイヤ作成法の一般的手法を提案したものである。これは、1982年5月に実施されたスイス連邦鉄道のダイヤ改正に用いられた手法を日本に応用しようとする主旨のものである。これを日本の路線に適用するには、地上設備等の改良の必要がありますが実施可能というわけではないが従来のダイヤ作成者の意識改革を促すといった観点からは興味深いものがある。

II. 特に、救済列車、分割併合方式に基づく新幹線ダイヤ改正案。

これは救済列車による需要の季節変動に対応した輸送量の確保、並びに新幹線列車を途中主要駅において分割併合することにより、これまで列車回数が少なくまた列車間隔が不均一であった山陽新幹線の輸送改善を計ったものである。この改善案のコンセプトの一部は、山陽新幹線の6両化（ウエストひかり）によって実現された。

III. 特に、着席率向上を目指した通勤ダイヤ改善案。

これは、優等列車が停車駅を適切に選ぶことにより（具体的には、郊外区間で一定の混雑率に達した列車は、都心までノンストップとする。）スピードアップを計る。それにより車両の運用効率が上がり、また列車間隔を詰めることも可能となる。列車を長編成化し、座席数の多い車両を用いることにより着席率をアップしようとするものである。この改善案はスピードアップと着席率向上の両方を目指したものであるが、一部の地上設備の改良や車両増備、改造に多額の費用を必要とすること、停車駅の選択や、優等列車と普通列車の順序が乗客の動向をきちんと考慮したものではないので一部の駅間の乗客にとってはかえって不便になる恐れもあること、等の問題点もあるが、これらの問題点の克服が可能であるならば通勤輸送改善案として大いに注目すべきものである。

4. 今後の課題

以上列車ダイヤに関するこれまでの研究について簡単に述べたが、これらはいずれもダイヤ上における乗客の実際の行動を把握した上での議論ではなく専門家の経験による勘によるものである。よって上に示されたダイヤ改善案が実際に乗客のニーズの即したものであるか数理的に証明されているわけではなく、またダイヤ作成における代替案選択についても同様である。よって今後の研究の方向としては、

- i) ダイヤ上における乗客の列車選択行動（列車の待ち、混雑回避、乗換等）を定式化する。
 - ii) 上の乗客行動式を評価関数としてダイヤを評価する。
 - iii) さらに評価関数をもとにダイヤを最適化する。
- ことが考えられる。これら i) 、 ii) よりダイヤの改善方向を数理的にとらえることができ、さらに2で述べたダイヤ設定上の制約を制約条件式として定式化することにより、乗客にとって最適なダイヤの作成を数理計画問題として扱うことが可能になる。