

作品名 ダイヤ改正による羽田空港への乗客シミュレーション

東京大学教育学部附属中等教育学校 羽田野 湧太

※この研究における現在とは、平成 28 年 1 月 21 日である。また、平成 22 年のダイヤとは、平成 22 年 7 月 20 日のダイヤである。

1. 研究の要約

本研究は、京急の平成 23 年のダイヤ改正によって、京急の羽田空港アクセスにおけるシェアがどの程度増加したかを明らかにすることを目的とする。そのために、京急のいくつかのダイヤにおいて、運賃・所要時間をもとに、羽田空港へ行く乗客が京急を使う割合をシミュレーションした。その結果、現在の京急のダイヤでは、平成 22 年のダイヤと比べると、京急を利用する乗客が約 11 ポイント増加することが分かった。また、現在の 40 分に 1 本というエアポート快特の間隔は、とても効率がよいことが分かった。

2. 研究の動機と目的

京浜急行電鉄（以下、京急と呼ぶ）は、横浜駅～品川駅の JR の東海道線・横須賀線・京浜東北線や、品川駅や浜松町駅などから羽田空港への東京モノレールなどの競合他社と並行して走っている区間が多い。中でも羽田空港方面に関して、価格と速度の面において、激戦が繰り広げられている。

京急では、平成 22 年に、大田区内の高架化と同時に『エアポート快特』の停車駅を変更した。従来停車していた京急蒲田駅を通過し、品川駅から羽田空港へノンストップで直接結ぶようになり便利になった。その一方で、エアポート快特は、羽田空港へ行かない沿線の住民としては、乗ることができないので、この快特の停車駅の変更に、大田区は抗議をしていた。そんなエアポート快特も、品川駅から羽田空港までの所要時間が、快特と比べ 2 分短縮されるだけなのである。そして、平成 22 年には 20 分に 1 本だったのが、現在は 40 分に 1 本に減らされた。そこで、「エアポート快特を入れることによって、羽田空港へ行く乗客の京急を使う割合がどれだけ変化するか」「平成 22 年のダイヤと比べ、どの程度シェアが増加したか」を考える。そのために、比較対象として、平成 22 年 7 月 20 日のダイヤ・現在のダイヤ・現在のダイヤの快特を全てエアポート快特にしたダイヤ・現在のダイヤのエアポート快特を全て快特にしたものの 4 つのダイヤを比較する。

3. 方法

3. 1 使用したデータについて

【時刻表データ】

現在の各駅の時刻表のデータは、『駅から時刻表』(<http://www.ekikara.jp/top.htm>) を利用した。また、平成 22 年の時刻表のデータは、ポケット時刻表の世界 (URL: <http://tessenweb.web.fc2.com/pokeji.html>) に掲載されているポケット時刻表の画像を利用した。

【所要時間のデータ】

各電車・モノレールを利用した場合の所要時間は、Yahoo! 路線 (<http://transit.yahoo.co.jp/>) にて検索した。なお、エアポート急行以外の各所要時間は、東京駅・大崎駅を 1 月 21 日の 14 時 00 分出発で調べた所要時間である。また、京急蒲田駅以外の乗り換え時間は含まない。京急蒲田駅については、三崎口方面へ行く快特と同

じ時刻に発車するエアポート急行があるが、シミュレーションが大変になるため、京急蒲田駅では、同時刻に発車する電車には乗り換えられないものとした。なお、山手線や東京モノレールの普通や区間快速などを利用した時間は、経由駅を指定して検索した。この研究における羽田空港とは、京急の場合は「羽田空港国内線ターミナル駅」、東京モノレールの場合は「羽田空港第1ビル駅」と「羽田空港第2ビル駅」との平均を用いた。また、エアポート急行については現在、日中時間の運転がないため、品川駅を8時03分に発車する電車の所要時間を用いた。

【実際の乗降客数データ】

実際の羽田空港の乗降客数は、東京都統計年鑑 (<http://www.toukei.metro.tokyo.jp/tnenkan/tn-index.htm>) を利用した。

3. 2 仮定条件

この研究において、羽田空港へ向かう乗客は、必ず以下の経路のうちのどれか(経路①～経路⑤)を利用すると仮定する。なお、今回は都心から羽田空港へ向かう乗客のみを考える。横浜方面から羽田空港へ向かう乗客は、大半が京急を利用すると考えられるため、今回は考えない。また、今回はダイヤ変更について考えるため、運賃は現在の物で計算する。

【東京駅から羽田空港へ行く場合】

東京モノレールを利用： 東京 → 浜松町 → 羽田空港 …経路① (637円)
京急を利用： 東京 → 品川 → 羽田空港 …経路② (572円)

【大崎駅から羽田空港へ行く場合】

東京モノレールを利用： 大崎 → 天王洲アイランド → 羽田空港 …経路③ (678円)
" 大崎 → 浜松町 → 羽田空港 …経路④ (637円)
京急を利用： 大崎 → 品川 → 羽田空港 …経路⑤ (540円)

また、今回の対象となる乗客は、以下の通りである。

- ・新宿・渋谷方面から来る人は大崎駅についた時点で、上野・東京方面は、東京駅についた時点で羽田空港への経路を考える。
- ・東京方面から羽田空港へ向かう乗客と、渋谷方面から羽田空港へ行く乗客は、同じ割合でいるものとする。
- ・今回は、平成28年1月21日の14時00分～14時59分に東京駅・大崎駅を出発する乗客を考える。
- ・今回は、電車・モノレールを利用する乗客のみについて考える。

一般的に、多くの乗客が、運賃が安くて、所要時間が短い経路で行きたいと考えている。しかし、経路①の方が所要時間は短いですが、経路②の方が安いということもある。そこで、安い経路と早い経路が一致しない場合、乗

客がどの経路を使うかは、以下の点をもとに考える。

条件 A：乗客の30%は、所要時間が最も短い経路を利用する。

条件 B：乗客の30%は、運賃が最も安い経路を利用する。

条件 C：乗客の40%は、所要時間と運賃のバランスを見て決める。例外として、最も早い経路と最も安い経路の間があれば、それを利用する。

この条件を設定した理由としては、羽田空港へ行く乗客のうちの急いでいる何割かはお金よりも時間を優先するが、時間にゆとりのある何割かの乗客は運賃の安さで決めると考えられるからである。また、短縮できる時間が多ければ多いほど、運賃は高いが所要時間の短い経路を使うと考えられる。そのため、1分を短縮できる金額が安いほど、所要時間の短い経路を利用する乗客が比例して増えるように条件 C を設定した。

条件 C の乗客のうち、運賃の差 (円) ÷ 所要時間の差 (分) ÷ 30 の割合の人が、所要時間の短い経路で、 $1 - (\text{運賃の差 (円)} \div \text{所要時間の差 (分)} \div 30)$ の割合の人が運賃の安い方の経路を利用する。なお、運賃の差 (円) ÷ 所要時間の差 (分) ÷ 30 が 1 を超えた場合は、1 とする。

3. 3 利用したプログラム

本研究において、使用したプログラムは、以下の通りである。

【所要時間の検索】

所要時間の検索には、C++ で作成した自作のプログラムを利用した。このプログラムは、経路ごとに作られている。出発する駅 (東京駅・大崎駅) と、乗換駅 (浜松町駅・品川駅・天王洲アイル駅) の時刻表データを入力すると、その電車やモノレールの所要時間を加算し、指定した出発時刻において最短で次の駅に到着するような電車を選択する。そして、次の乗換駅にて、出発駅と同様に最短で目的地に到着する電車を選択し、羽田空港に到着した時刻から出発した時刻を引いたものを出力する。

【利用される割合を求める】

羽田空港へ向かう乗客が利用する割合の計算は、Microsoft 社の Excel を利用した。

3. 4 シミュレーション方法

3. 1 のデータと 3. 2 の仮定条件をもとに、各経路の接続時間 (乗り換え時間) を考慮した所要時間を検索する。なお、京急の時刻は、すべてがエアポート快特である場合・現在のダイヤ・すべてが快特である場合の 3 つの場合と、平成 22 年のダイヤをシミュレーションした。また、所要時間の検索には、3. 3 の自作のプログラムを利用した。すると、結果は以下のようになった。

まず、経路①と平成 22 年の京急のダイヤでの経路②の 2 つの利用される割合をシミュレーションする。東京駅から各経路を利用した場合の所要時間は、下の図 1 となる。グラフの縦軸は所要時間、横軸は 14 時台の出発した時刻を表す。

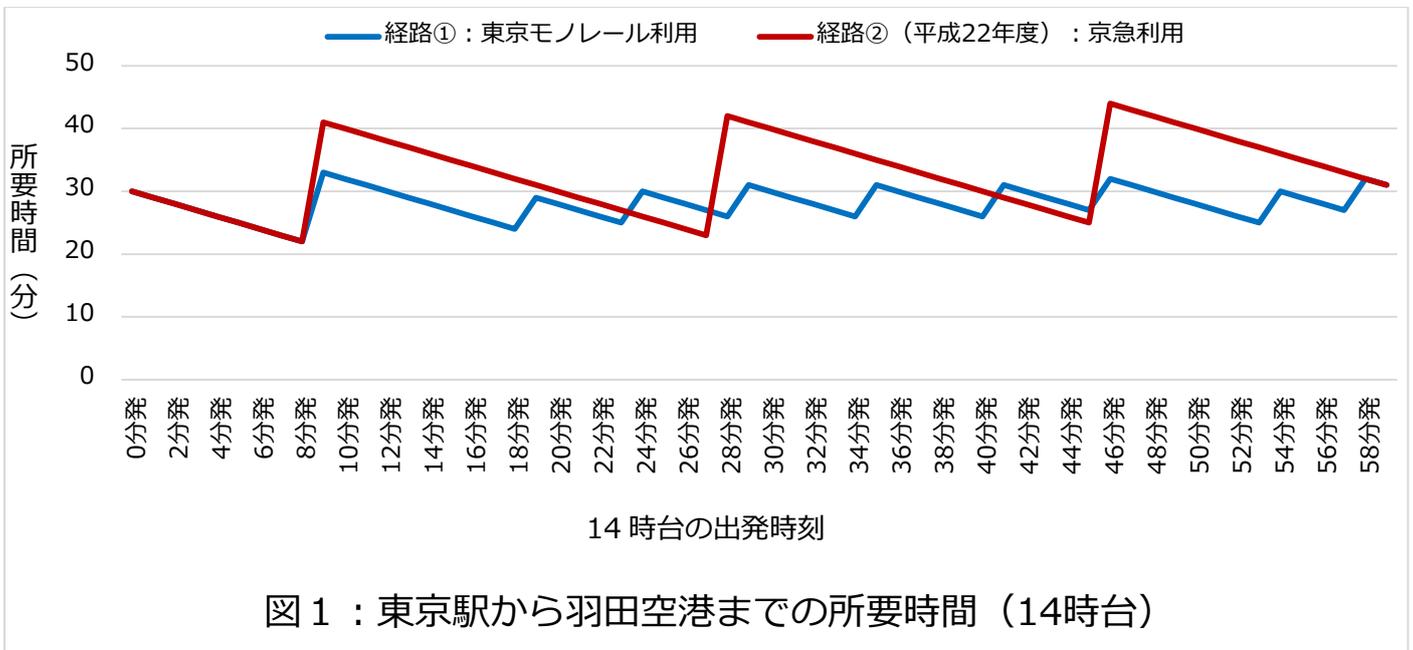


図1：東京駅から羽田空港までの所要時間（14時台）

例えば、14時0分に平成22年のダイヤの経路②を利用した場合、赤色のグラフを見るため、東京駅からの所要時間は30分となる。

この結果をもとに、羽田空港へのアクセスに使われるシェアについて考える。経路①と経路②（平成22年）を比較すると、以下の図2・図3のようになった。左下の図2は、それぞれ14時台の各時間に出発する乗客が東京モノレール（経路①）と京急（経路②）を利用する割合を表したものである。その結果を集計し、14時台のシェアを求めたのが、右下の図3である。なお、図1の結果からエクセルを用いて求めた。

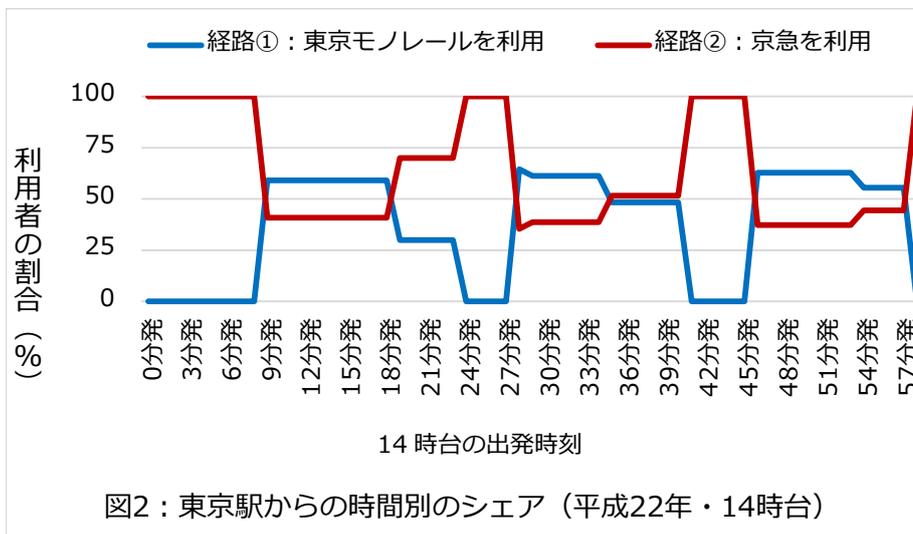


図2：東京駅からの時間別のシェア（平成22年・14時台）

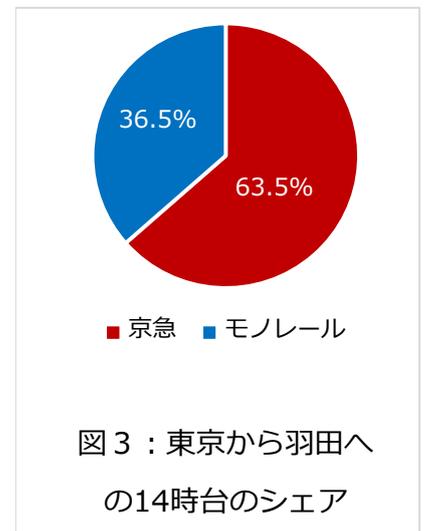
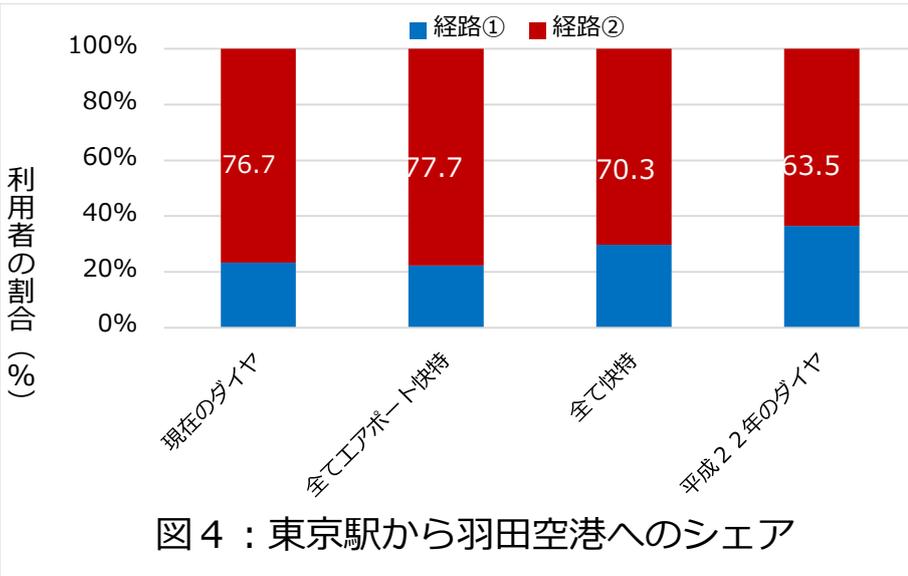


図3：東京から羽田への14時台のシェア

同様に、現在のダイヤ・すべてエアポート快特にした時のダイヤ・すべて快特にした場合のダイヤにおいて、東京駅・大崎駅から京急と東京モノレールが利用される割合を14時台の平均でシミュレーションを行った。

4. 結果と考察

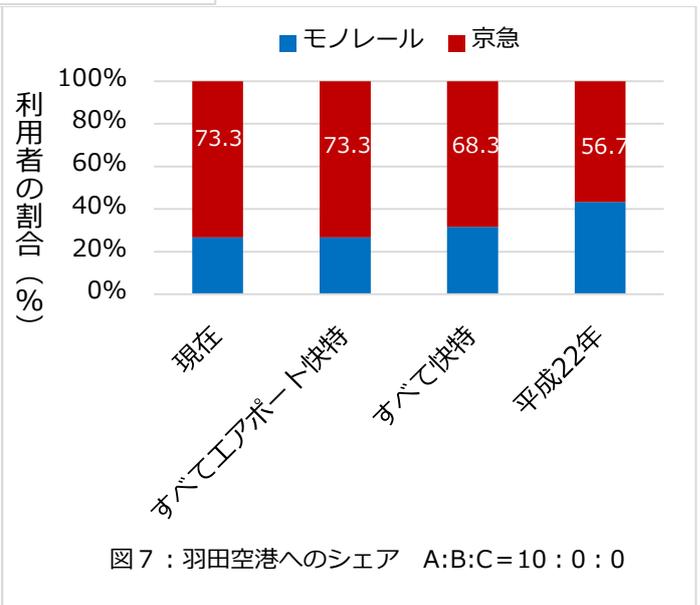
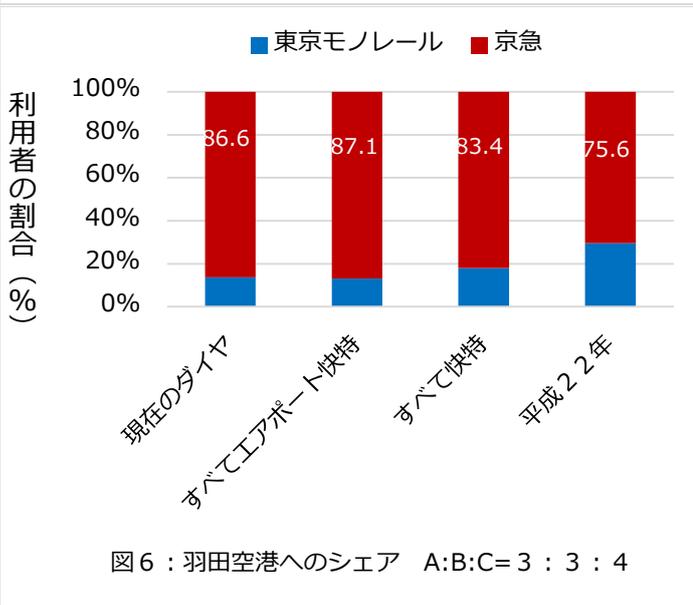
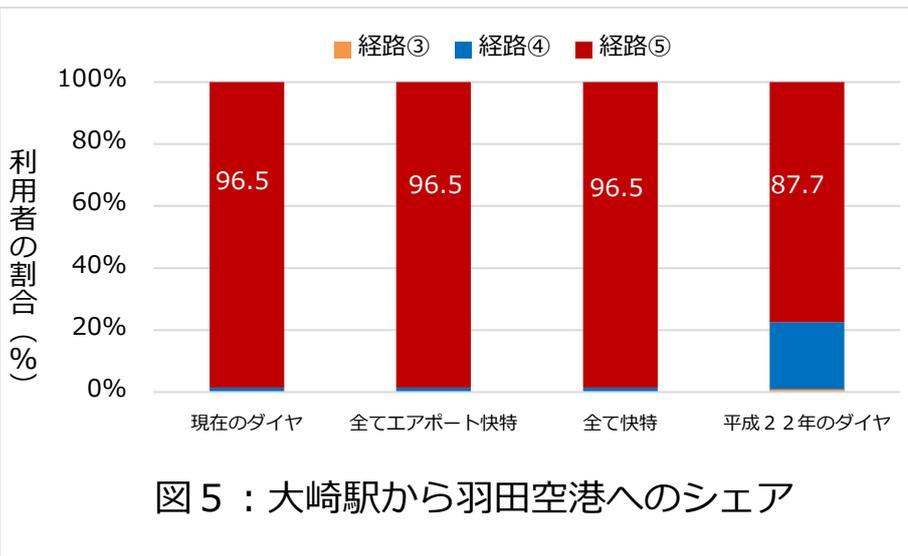
3. 4の方法で行ったシミュレーション結果が、下の図4・図5である。



東京駅から羽田空港への場合、現在のダイヤと平成22年のダイヤと比較すると、13.2ポイントもシェアが増加することがわかった。また、現在のエアポート快特を快特にすると、6.4ポイントシェアが減少してしまう。

大崎から羽田空港への場合、現在のダイヤと平成22年のダイヤと比較すると、8.8ポイントもシェアが増加することがわかった。なお、快特とエアポート快特の割合を変更しても、シェアは変わらなかった。

また、乗客の選ぶ経路の条件A・B・Cの各割合を変更し、シミュレーションを行った。その結果が、図6・図7である。図6は、当初の比率 A:B:C=3:3:4 の場合、図7は比率 A:B:C=10:0:0 の場合、すなわち全ての乗客が所要時間を重視する場合である。なお、東京モノレールの割合とは、経路①と経路③、経路④の合計、京急の割合とは、経路②と経路⑤の合計である。



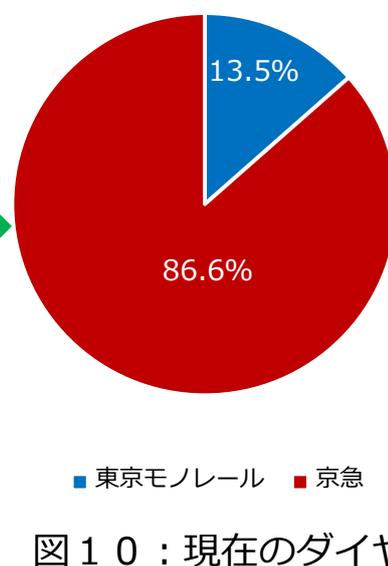
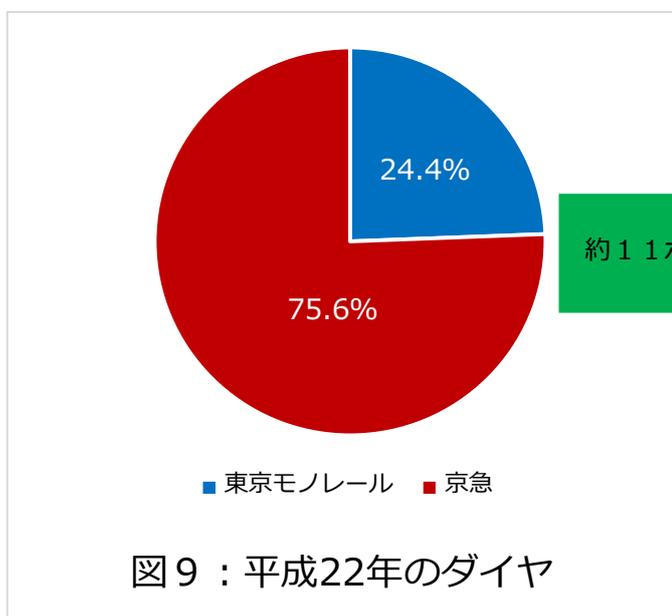
上の図6・図7を見てわかるように、「所要時間の短さ」を重視する乗客の割合が多いほど、価格面で劣っている東京モノレールは、利用される割合が増加する。また、「所要時間の短さ」を重視する乗客の割合が多いほど

ど平成 22 年からのダイヤ改正の効果は大きかったことになる。羽田空港へ行く乗客は、飛行機に乗り遅れないように早めに空港に着きたい乗客が多いと考えられるので、条件 A : B : C の割合は、3 : 3 : 4 よりも条件 B の割合が大きくなるだろう。所要時間を優先する乗客が多いほど、今回のダイヤ改正の効果は大きくなる。

今回のダイヤ改正において、20分に1本あったエアポート急行は、廃止された。その代わりに、20分に1本普通電車が新設された。また、20分に1本だったエアポート快特は、40分に1本となり、沿線住民は利用できる電車が増えたことになる。現在の快特を全てエアポート快特にしても、シェアは今のダイヤと比較して1ポイントほどしか変わらないが、4本に1本エアポート快特を入れることで、偶然かもしれないが、すべて快特の場合と比べて3.2ポイントも増加する。よって、現在のエアポート快特の割合は適切であるといえるだろう。

このダイヤ改正によって増加したシェアは、3 : 3 : 4 の場合に1.1ポイントである（図9、図10）。そのために増便した電車の本数は、20分当たり1本（6本から7本へ）である。よって、列車の本数を1.4ポイント増加させたことになる。一見、1.1ポイントの乗客を増やすために1.4ポイント電車の本数を増便させるのは非効率かもしれない。しかし、増便した普通列車は、主に4両編成で運行されており、線路の保守・整備にかかる費用も1.4ポイント増加するわけではない。また、羽田空港においては、京急の特定運賃で高めに設定されているため、今回のダイヤ改正は効果的だったといえるだろう（図6参照）。なお、すべての乗客が所要時間を優先する場合は、1.6.6ポイント増加する（図7参照）。

羽田空港への都心部からのアクセスシェア



平成 22 年のダイヤでは、エアポート快特が 20 分に 1 本とエアポート急行が 20 分に 1 本あったが、エアポート急行は品川から 23 分もかかるため、次のエアポート快特を利用するのときほど時間が変わらなかった。よって、一本電車を逃すと、20分間も待たなければいけなかった。ダイヤ改正によって、快特・エアポート快特のいずれかが 10 分間隔で来ることで、10分以上待たなくてよくなった。それによって、平均的な待ち時間を含めた所要時間が大きく削減されたものと思われる。

では、現在のダイヤよりも羽田空港へのシェアを増加させるにはどうすればよいか。そのためのダイヤを考えることにする。

羽田空港へ行く乗客の京急を使う割合をさらに増加させるには、所要時間が大切である。しかし、最短のエアポート快特の所要時間をさらに短縮するのは難しいだろう。また、現在の京急のダイヤはすでに過密のため、増便は難しい。よって、接続のタイミングを変えることで所要時間を短縮することになる。

現在、品川駅発の京急は、10分に3～4本ある。また、羽田空港へ行く電車も10分に2本ある。しかし、現在、品川方面から来る場合は、次の電車を最大で10分間待たなければならない。そこで、横浜方面から来るエアポート急行と、京急蒲田駅で接続すれば利用できる電車が増え、所要時間が削減できる。現在も、横浜方面へ行く快特とエアポート急行は同じ時刻に発車しているが、ホームの階が別々のため、現実的ではないだろう。横浜方面から来るエアポート急行と京急蒲田駅にて接続を行うと、図11に示すように、現在のダイヤでは東京駅からの所要時間が最大で29分だったのが、最大で26分となる。なお、最短時間は変わらない。

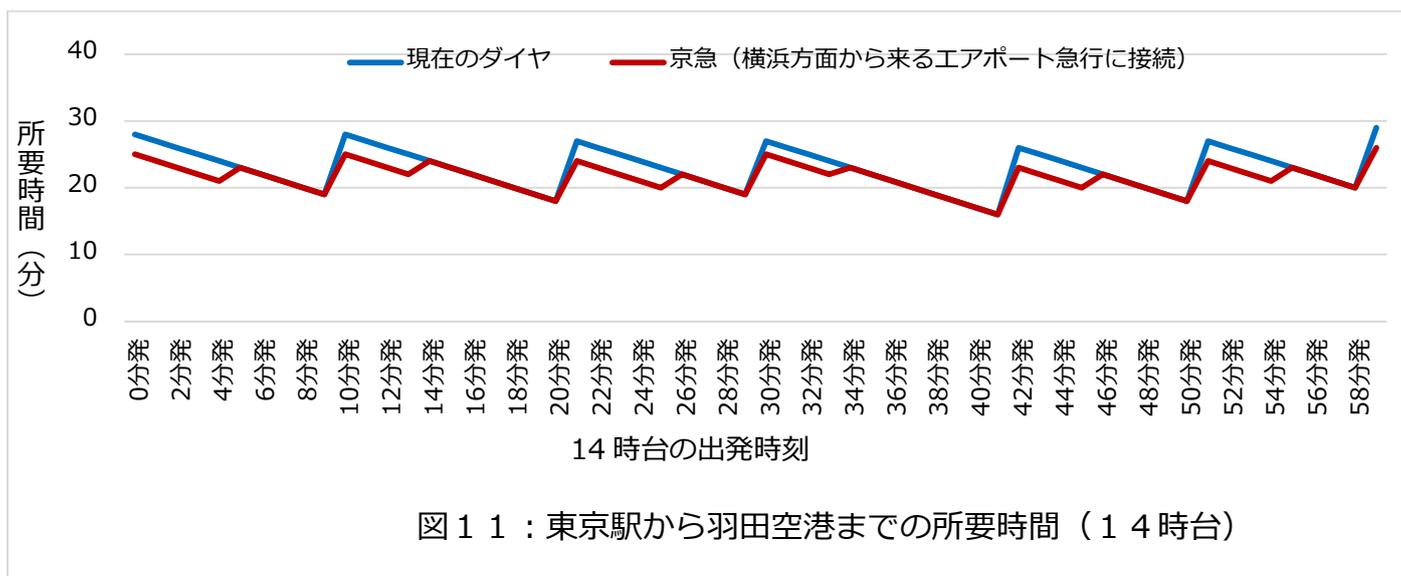


図11：東京駅から羽田空港までの所要時間（14時台）

次に、このダイヤを適用した場合に京急が利用される割合を計算した。結果は、新宿方面・東京方面からの合計で、91.4%となった。よって、現在のダイヤの86.6%と比較し、4.7ポイントシェアを増加させることができる。よって、京急は、東京方面から来る乗客のシェアを増加させるには、京急蒲田駅にて、エアポート急行の停車時間を長くすればよいだろう。しかし、これを行うと、横浜方面からの所要時間が増えてしまうので、全体的にプラスになるかはわからない。

5. 1 結論

乗客が羽田空港へ行くとき、京急が利用される割合は、エアポート快特を40分に1本運行することで、乗客を7ポイント増加させることができる。また、平成22年のダイヤでは、20分に1本エアポート急行があったが、それを快特に変更することで羽田空港へ行く乗客が京急を利用する割合を約11ポイント増加させることができた。このダイヤ改正と同時に品川発京急蒲田行の普通列車が20分に1本新設されたのは、急行停車駅の沿線の住民が不便にならないためだと考えられる。よって、このダイヤ改正により、羽田空港への所要時間は大幅に短縮され、沿線も便利になった。なお、京急としては、電車の本数を20分あたり6本だったのを7本と、14ポイント増加させたことになる。しかし、羽田空港へは割高な特定運賃が設定されている。そのため、利益は確保しないしは、増加しただろう。

また、さらにシェアを増加できるダイヤを考えたところ、東京方面から来る乗客に限って言えば、横浜方面から来るエアポート急行を、京急蒲田駅にもう少し長く停車させればよい。

5. 2 今後の課題

今回の研究で、羽田空港へ行く乗客の割合は増加することが分かったが、横浜方面など、羽田空港へ行かない乗客の割合がどの程度増減するかは調べていない。沿線や横浜方面への乗客も含め、全体的に見た場合にどのようになるかはわからないので、今後の課題としたい。また、今回は京急蒲田以外の乗り換え時間を考慮していないので、乗り換え時間を考慮してシミュレーションを行うべきだっただろう。

5. 3 感想

日常的に利用する京急のダイヤが、とても工夫され、改善され続けていることが分かった。現在の実際の羽田空港へ行く乗客の割合は、京急が78.1%（平成25年度、乗降客数）となっている。年々京急を利用する乗客の割合は増加しているが、なかなか80%に届かない。これは、東京モノレールを利用した場合の方が空港内の階段などの移動距離が短くなることや、「羽田空港といえば東京モノレール」というイメージが乗客に定着しているためだと考えられる。最近では、皆がスマートフォンなどを使い、路線検索サービスを利用する。これによって、運賃が安く、速い京急は、検索結果の上位に来るため、シェアは伸びていくだろう。また、羽田空港へ行く乗客は、「この電車は混んでいるからやめよう」などといったことが少ないと考えられる。よって、所要時間と運賃が大きく影響するだろう。品川から横浜方面についての利用される割合についてもシミュレーションを行いたい。