

## 表定速度変遷と鉄道システム技術の段階的発展に関する研究

北海道大学大学院 学生員 今 尚之  
北海道大学工学部 正 員 五十嵐日出夫

*A Study on phased development of specified speed and railway system technology.*

*by Naoyuki KON, Hideo IGARASHI*

本研究は、施設・車両などのハードウェア、運用・法制度などのソフトウェアそれぞれが組み合わされたトータルシステムである鉄道の発展を、段階発展モデルで表現し、このモデルから鉄道の発展をハードウェア、ソフトウェア両技術の相互関係として考察を行い、特に、その中で土木技術の発展が果たした役割を評価し、これからの鉄道整備の在り方を論考するものである。

本研究では、鉄道技術の総合的な発展指標として表定速度を採用した。この表定速度を北海道の主要都市間を結ぶ列車について、鉄道の開通時から時系列的に調査を行った。その結果、表定速度の変遷が成長曲線モデルに類似した曲線を示し、それが幾度も繰返されることが明らかとなり、それより時代区分を行うことが可能であることがわかった。さらに、その要因を知るために、本研究が対象とした路線区について、施設・設備や車両の改良、運用や法制度の変更時期などのデータベースを作成し考察を行った。その結果、鉄道システム技術の発展は、ハードウェア、ソフトウェア両技術の協調発展がある場合に特に著しいことがわかった。

【キーワード(keywords): 鉄道システム技術, 表定速度, 鉄道発展モデル, 時代区分】

### 1. はじめに

1880(明治13)年、手宮一札幌間の開業をその始まりとする北海道の鉄道の歴史は、現在110余年を数え、その間、北海道の開拓や産業の発展などに多くの貢献をしながら発展し、現在では、北海道の主要都市間あるいは本州各地と北海道を結ぶ動脈として、人々の生活に欠くことのできないものとなっている。

この様な北海道の鉄道が今後21世紀にかけて、北海道の重要な交通機関としてその役目を果たしてゆくためには、現状を維持するのみならず、さらに進んだ、高い水準の鉄道整備を行う必要がある。そのためには、過去の鉄道発展の在り方を歴史に探り、そこから見いだされる鉄道発展のメカニズムを把握し、今後の鉄道整備の指針を定めることが重要である。

さて、本研究が対象とする鉄道は、施設・設備や車両などのハードウェアと列車の運用や建設・運転に関する法制度などのソフトウェアそれぞれが組み合わさり、相互に関係し合いながら発展してきたシステムである。したがって、鉄道の発展を考察する際には、ハードウェア、ソフトウェア両者の発展を総合的に考察する必要がある。しかしながら、従来の鉄道史研究では、ハードウェアあるいはソフトウェアのみの歴史的な変遷を個別に研究するものが多かった<sup>1)</sup>。しかし、近年、鉄道技術をトータルシステムの発展として分析し、モデル化する試みがなされつつある。

本研究は、鉄道システム技術の総合的な発展指標として表定速度を採用し、表定速度の変遷から、

- ① 鉄道というトータルシステム発展の段階発展モデルの作成。
- ② 鉄道発展に関する歴史学的な考察を行うために重要な時代区分のモデルからの設定。
- ③ 鉄道のハードウェア、ソフトウェア両技術それぞれの発展とその相互関係の考察。
- ④ その中で特に、土木技術の発展が果たした役割を評価し、今後の鉄道整備に関する論考を行うことを目的としたものである。

## 2. 鉄道システム技術發展指標としての表定速度

### (1) システムとしての鉄道

本研究が対象とする鉄道は、施設・車両などのハードウェア、運用・法制度などのソフトウェアそれぞれが組み合わされたシステムである。したがって、鉄道の發展を考察する際には、ハードウェア、ソフトウェア両者の發展を総合的に考察する必要がある。

従来、交通機関は、その技術的要素として、①通路、②運搬具、③動力の三要素から成り立って<sup>2)</sup>おり、交通機関の發展は、この三要素が相互に有機的な關係を保ちながら發展したことによるとされている。例えば、東海道新幹線の実現には、①通路として、ロングレールの採用やATC、CTCなどの列車制御システムの開発、②運搬具として、高速度運転に耐えうる台車や集電装置、ATCの開発、③動力として、25,000V交流電源利用による車両の全軸駆動など、各要素の技術の發展があつて初めて可能となったものである<sup>3)</sup>。

しかしながら、この様な観点から交通機関を考察すると、ハードウェアに関する考察が主となる。しかし、実際の交通機関では通路や運搬具などのハードウェアのみならず、交通機関の組織やそこで実際の事業に携わる人々などソフトウェアに関する要素も存在し、それらハードウェア、ソフトウェア両者が互いに密接な關係を持ち、システムとして機能している。したがって、交通機関の發展を考察するには上述の三要素ではなく、①通路、②運搬具、③動力、④交通労働、⑤情報の五要素それぞれの發展と相互の關係を複眼的に考察する必要がある。

例えば、鉄道では、施設・設備が通路に相当し、車両が運搬具、動力に相当する。また、そこで働く人々の労働や施設・設備、車両の運用などが交通労働に相当し、さらに、鉄道の建設、運行に必要な法制度は広義の情報に相当する。

このように、交通機関はシステムとして機能しており、交通機関の一つである鉄道の發展を考察するためには、システムの要素ひとつひとつのより深い探求もさることながら、要素それぞれの關係を明らかにする必要がある。

### (2) 表定速度と最高速度

通常、列車速度を表すには、最高速度、表定速度、平均速度の三種類の速度が用いられている。最高速度は、線区・区間の線路の強度（レールの大きさ・枕木の使用本数・道床の厚さ）と車両の走行性能とによって決定され、列車の種別（例えば特急列車、貨物列車など）によって、細かく規定されている速度である。また、表定速度は、線区・区間における列車の運転距離を、途中の停車駅における停車時分を含めた所要時間で割った平均速度である。したがって、線区・区間の線路の強度、線形、車両の走行性能、列車の運用などによって決まる速度である。さらに、平均速度は、線区・区間における列車の運転距離を、停車時分を除いた所要時間で割った速度である。

従来、鉄道技術の發展をスピードアップをもとにして議論するときには、その指標として、最高速度を用いる場合<sup>4) 5)</sup>と表定速度を用いる場合<sup>6)</sup>がある。このうち、最高速度は、条件の良い一部区間で得られる場合もあり、列車の運用などソフトウェアを考慮した速度ではない。鉄道がシステムである限り、ハードウェア、ソフトウェア両者のシステムとして、その發展を評価できる指標を用いる必要がある。

現在、日本における在来線鉄道の最高速度は130km/h<sup>7)</sup>である。最高速度が130km/hの線区・区間は、函館本線（札幌－旭川間136.8km）、常磐線（上野－日立間152.7km）、湖西線（山科－近江塩津間74.1km）、鹿児島本線（博多－八代間154.1km）、長崎本線（鳥栖－長崎間125.3km）など<sup>8)</sup>であり、これらの線区・区間が日本の在来鉄道の中で最も高い技術が投入されていると考えられる。

しかしながら、最高速度で走行できる区間は、対象としている線区・区間すべてでないことが多い。表－1は距離がほぼ等しい都市間を結ぶ列車の最高速度と所要時間、表定速度を比較したものである。

この表に示したように、例えば、上野－日立間、博多－長崎間を比べると両区間とも距離は約150km、最高速度は全区間で130km/hと同じ条件であるが、所要時間に30分近い差が生じている。この原因は、上野－日立間は複線区間であり、また線形が良好あるのに対し、博多－長崎間は約2/3が単線区間で、曲線も比較的多く、常時130km/h走行ができないことにある。

これらの例からわかるように、最高速度は線区・区間全体の技術水準、特に軌道などの施設・設備の整備水準や列車の運用などを含めて評価することが困難である。

一方、表定速度は、起点から終点までの距離を、その間を走行するのについでした時間で割ることから、途中の徐行や列車待避など、速度低下の原因となっている諸要因を考慮した速度である。したがっ

て、表定速度は、対象とした区間に対して投下された鉄道システム技術の水準を速度の面から評価するのに有効な指標である。

表 1 距離がほぼ等しい都市間を結ぶ列車の最高速度、所要時間、表定速度の比較<sup>1)</sup>

| 列車名     | 区間      | 距離(km) | 最高速度(km/h) | 所要時間 | 表定速度(km/h) |
|---------|---------|--------|------------|------|------------|
| スーパーひたち | 上野－日立   | 149.1  | 130        | 1:25 | 105.2      |
| ハイパーかもめ | 博多－長崎   | 154.0  | 130        | 1:50 | 84.0       |
| ハイパー有明  | 博多－西鹿児島 | 317.1  | 123        | 3:37 | 87.7       |
| 北斗      | 函館－札幌   | 318.7  | 120        | 3:29 | 91.5       |

### 3. 北海道における表定速度の変遷と時代区分

#### (1) 本研究における表定速度調査対象区間とその概要<sup>1)</sup>

本研究では、その対象を札幌と北海道の主要都市を連絡する区間とした。具体的には、①札幌－函館間、②札幌－旭川間、③札幌－釧路間、④札幌－北見間、⑤札幌－稚内間の5区間である。

函館は現在、道南地域の中核都市として機能しているが、1940(昭和15)年までは北海道で一番人口が多かった都市であり、かつては北海道の玄関口として栄えた都市である。このため、札幌－函館間の鉄道路線は札幌など道央地域と道南地域を結ぶ幹線だけではなく、本州と北海道各地を結ぶ幹線としての役割も担っている。この区間を結ぶ直通列車は当初小樽経由のみであったが、1961(昭和36)年から室蘭経由の特急列車が設定され、現在、優等列車のすべてが線形の良い室蘭経由となっている。

また、旭川は北海道で第二番目の人口を有し、かつては旧陸軍第七師団が所在するなど、道北地域の中心都市として機能している都市である。このため札幌－旭川間を結ぶ鉄道路線には高い水準の整備が施され、現在、最高速度130km/hで運転を行っているなど全国的に見ても高水準の鉄道整備がなされている区間である。

釧路は、漁業・製紙・石炭などの産業都市であると同時に、道東地域の中心都市である。札幌－釧路間を結ぶ鉄道路線の途中には日本一の畑作地である十勝地方の中心都市の帯広市が在り、札幌－釧路間は道東地域を結ぶ幹線として利用されてきたが、1907年の全通後、新線の開通により経由地を2回変更し現在に至っている。

北見は、明治時代の屯田兵の入殖を起源とし、現在オホーツク海側の中心都市として機能している。札幌－北見間の鉄道路線は1912(大正元)年の開通であるが、その20年後に長大トンネルの掘削により現在の路線となるまで経由地の変更を3回行っている。

稚内は、かつては樺太連絡の都市として栄え、現在は宗谷地方の中心都市として機能している。戦前、稚内へ通じる路線には樺太連絡のための優等列車が優先的に運転されるなどした区間である。

このように、以上の都市間を連絡する路線は、北海道の主要都市を結ぶ重要な路線であり、それらの区間には、その重要度に応じて新しい鉄道システム技術が積極的に投入され、整備がなされたと思われる。このことから、以上の各区間を本研究における表定速度変遷の調査対象区間とした。

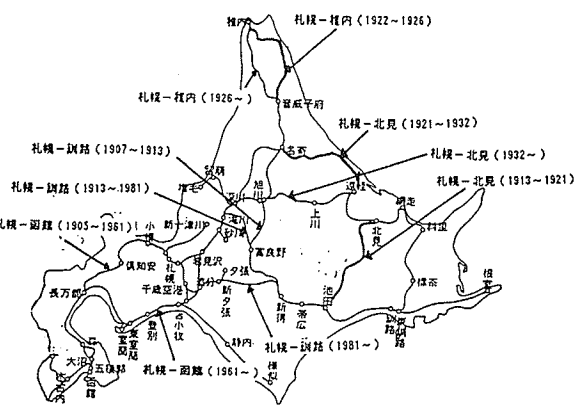


図-1 本研究における対象線区とその変遷

#### (2) 本研究における表定速度調査の対象年代

本研究では、調査の対象年代を、北海道内の鉄道路線の国有化が完了した1907(明治40)年から、国有鉄道が分割民営化され北海道旅客鉄道株式会社が発足し4年が経過した1990(平成2)年までとした。そして、その間において列車の運転経路の変更や運転時分の大きな変更が見られた時刻改正時の時刻表などから、対象とする区間を連絡する最速列車の所要時間より表定速度を算出した。この時、直通する列車が運転されていなかったり、乗継ぎをした方が早く目的地に到達できる場合には、乗継ぎした場合の所要時間から表定速度を計算した。また、該当する改正時の資料が入手できなかった場合、改正後で

なるべく近い時期の資料より表定速度を算出した。表－2は、表定速度を調査した時刻改正年とその内容を記載した時刻改正年表である。

表－2 表定速度を調査した時刻改正年とその内容<sup>11)</sup>

| 改正年  | 改正内容                            |
|------|---------------------------------|
| 1907 | 小樽－函館間の国有化に伴う列車体系の変更をした。        |
| 1911 | 函館－釧路間の直通列車を復活し、函館－旭川間を急行とした。   |
| 1912 | 長距離列車の運転速度の見直しをした。              |
| 1913 | 滝川－富良野間開通により列車体系が変更、運転時分が見直された。 |
| 1915 | 青函航路函館棧橋工事完成により、列車運転時分が変更された。   |
| 1919 | 青函航路を含め、鉄道輸送力の充実を図った。           |
| 1922 | 長距離列車の速度変更が行われた。                |
| 1924 | 急行列車の増発が行われた。                   |
| 1926 | 青函航路設備改良により、接続列車の速度変更が行われた。     |
| 1928 | 長輪線の開通により、道内の列車体系の変更が行われた。      |
| 1931 | 道内長距離列車体系の変更が行われた。              |
| 1932 | 急行列車の速度変更が行われた。                 |
| 1934 | 全国的な時刻大改正に伴い、道内急行列車体系が変更された。    |
| 1940 | 急行列車や通勤列車の増発が全国的に行われた。          |
| 1942 | 戦争のため、道内の長距離急行列車体系が変更された。       |
| 1947 | 急行列車が復活した。                      |
| 1950 | 経済復興による需要増のため列車が増発された。          |
| 1956 | 列車の増発が行われた。                     |
| 1961 | 全国的な列車運転時刻の全面改正、道内発の特急列車が設定された。 |
| 1968 | 全国的な列車運転時刻の全面改正、特急列車の増発が行われた。   |
| 1972 | 近代化車両の大量導入とネットダイヤの設定が行われた。      |
| 1978 | 都市間連絡優等列車の整備と昼間における保守間合確保が行われた。 |
| 1981 | 石勝線の開通により、列車体系の変更が行われた。         |
| 1986 | 都市間連絡優等列車体系の変更が行われた。            |
| 1987 | 国鉄分割民営化に伴い全国的な時刻改正が行われた。        |
| 1988 | 青函トンネルの開通により列車体系の変更が行われた。       |
| 1990 | 特急列車の増発がなされ、都市間連絡優等列車体系の整備が進んだ。 |

### (3) 札幌と北海道内主要都市間を結ぶ列車の表定速度の変遷とグラフ化

図－2から図－6は、札幌と北海道内主要都市間を結ぶ最速の列車について、開通後から1990(平成2)年までの表定速度の変遷を示した図である。いずれの区間でも、時代とともに表定速度の向上が見られる。なお、従来の研究では、速度が向上する毎に階段状の線で結んでいたが、本研究では表定速度の変遷の傾向をより把握しやすくし、巨視的な観察の手掛りとなるように、それらを滑らかな線で結びグラフ化することを試みた。

グラフ化の結果、すべての区間において、表定速度の変遷は単調な増加曲線ではなく、成長曲線モデルが想起される曲線を示しながら増加することと、成長曲線モデルが想起される曲線が複数回出現していることが見られた<sup>12)</sup>。

また、すべての図において1945年前後に表定速度の落ち込みが見られるが、これは戦争による混乱が原因である。また、1950年代、60年代における表定速度の変化は他の時期に比べて非常に大きく、その後1970年代にかけてその伸びが安定し、若干落ち込む傾向を示している。

これらより、北海道の主要都市間を結ぶ列車の表定速度は単調に変遷してきたのではなく、①成長期と安定期を繰り返しながら変遷すること、②いずれの区間でも同じ傾向を示して変遷していることがわかった。

### (4) 表定速度の変遷から見た北海道の鉄道システム技術発展の時代区分と重層段階的発展モデル

#### a) 成長曲線モデルによる時代区分

成長曲線モデルは、時間の経過に伴い諸事象がいかにも生成・成長・安定・衰退するか、それらの過程の記述を目的とするモデルである。成長曲線モデルは、一般に、①導入生成期、②発展成長期、③安定衰退期の3段階に分けられ、例えば、需要予測<sup>13)</sup>や形式人口学における人口増加法則の説明<sup>14)</sup>などに

図-2 札幌-函館間の表定速度の変遷

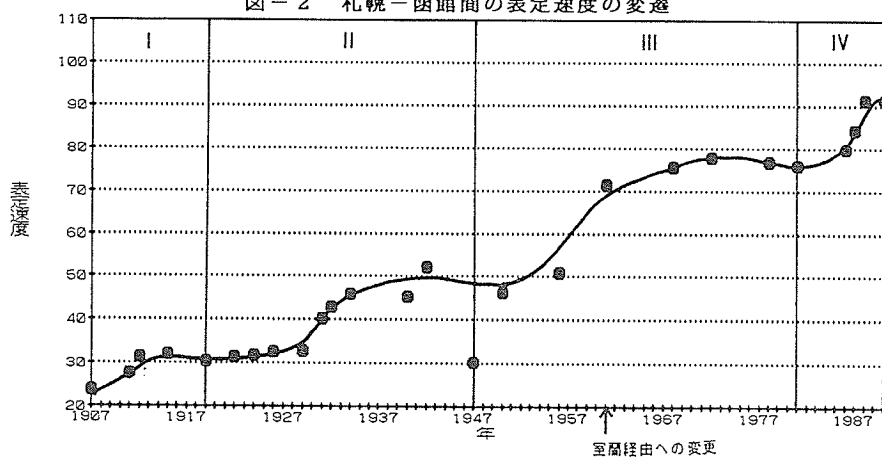


図-3 札幌-旭川間の表定速度の変遷

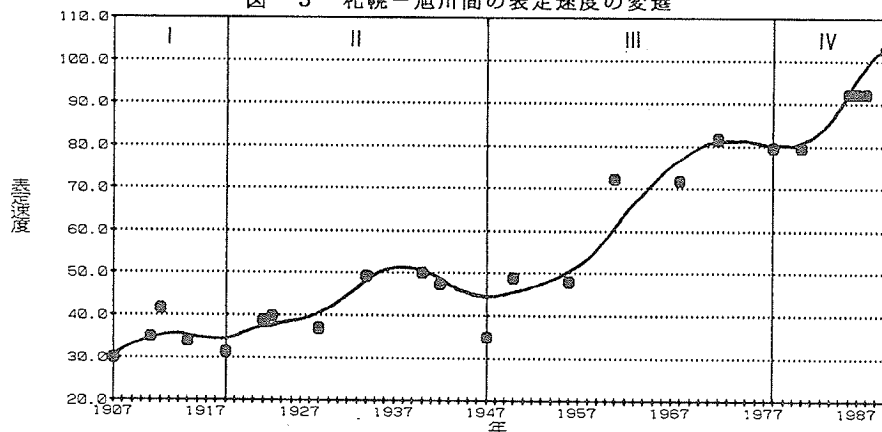


図-4 札幌-釧路間の表定速度の変遷

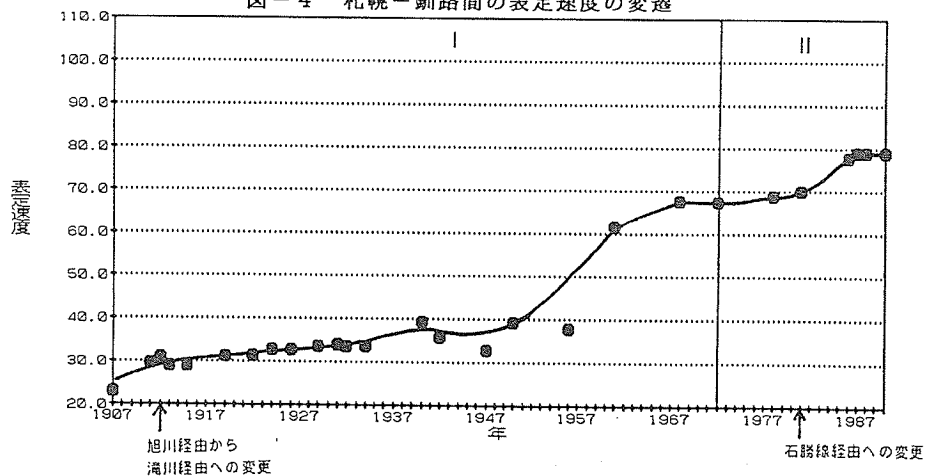


図-5 札幌-北見間の表定速度の変遷

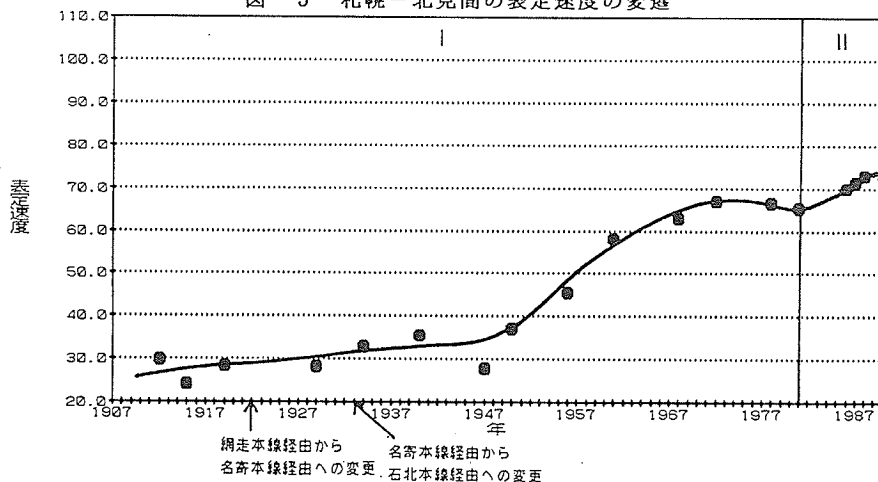
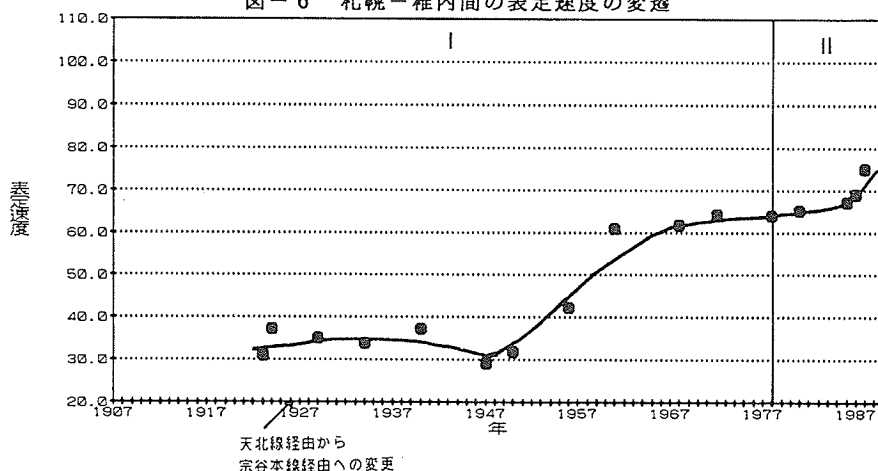


図-6 札幌-稚内間の表定速度の変遷



多用されているモデルである。さらに、ライフサイクルの説明にも用いられているモデルである。ライフサイクルという発想は、すでに多くの学問分野で取り上げられており、生物界でのライフサイクル現象の他に、O.Spengler, A.Toynbee等によって歴史的過程に関する理論として研究されている。また、新しい技術開発により誕生した新製品や工業プロセスなどが、次の新製品や工業プロセスにその役割を渡す過程もライフサイクルとして<sup>15)</sup>説明されている。

時代区分とは、「歴史の変化・発展をそれぞれの段階の特質にしたがって、若干の時期に分けること」<sup>16)</sup>である。以上のように、ライフサイクルの説明に成長曲線モデルが用いられることから、ある事象によって代表される時代を他の時代と区分する際の重要な手掛りとして、成長曲線モデルが利用できるものと考えられる。

さて、表定速度は、鉄道システム技術の水準を評価するのに適した指標である。したがって、表定速度の変化を成長曲線モデルを想起させる曲線で結ぶことができるのは、鉄道システム技術が時代の進展とともに単純な発展をしているのではなく、鉄道システム技術を構成しているハードウェア、ソフトウェアそれぞれの技術が相互に関係しあいながら発展していることを示しているものと考えられる。

いま、成長曲線モデルが時代区分を行うときの手掛りともなることから、表定速度の変遷から鉄道システム技術のライフサイクルを判断し、それより時代区分を行うことが可能であると考えられる。例えば、札幌-函館間における表定速度の変遷を示した図-2では、4つの成長曲線を想起する曲線が見られるので、札幌-函館間における開通から現在までの鉄道システム技術の発展は四期に区分することができ、また他の区間においても同様に時代区分を行うことができる。各区間における時代区分については、本節のc)項で説明する。

さて、成長曲線モデル自体は三段階に分けられて説明されている。このことを鉄道システム技術の発展に合せるとそれぞれの段階が持つ意味は以下となり、各時期により各時代を細分することができる。

- ①導入生成期：鉄道システムを構成する各技術が未成熟であるか、鉄道システムを構成する技術の一部分だけが進んでも他の技術が追従できずに効果を現せない時期。
- ②発展成長期：鉄道システムを構成する各技術の成熟度が高まり、それが相互に影響を与え合う時期。例えば、高速走行に耐えうる施設・設備が設けられたと同時に高速走行が可能な車両が開発される。それに伴い、新しい基準が制定されるなどして速度の向上が見られる時期。
- ③安定衰退期：鉄道システムを構成する各技術が成熟しきるか、一部技術の発展が停滞し、他の技術もそれによって停滞を余儀なくされ、さらなる発展が見られなくなる時期。いわば、ある技術水準におけるトータルシステムとしての上限である。また、鉄道システムを構成している要素以外（例えば経済不況や戦争等の社会的な変動）の影響を受ける事により停滞することもありうる。

#### b) 表定速度の変遷と北海道の鉄道システム技術発展の重層段階的発展モデル

本研究が対象とした各区間において表定速度は成長曲線モデルを想起させる曲線に変遷している。表定速度が鉄道システム技術の水準を表していることから、鉄道システム技術は、単調に発展するのではなく、導入→成長→安定の各段階をたどりながら発展しているといえる。

さらに、成長曲線モデルにおける導入生成期に該当する時期が、それ以前に出現している安定衰退期に該当する時期と連続していることが見られる。このことは、鉄道システム技術が前の時代におけるシステム技術の水準を引き継いで次の時代を迎え発展していくことを表しており、古い技術の上に新しい技術が重なりながら重層的に発展しているものと考えることができる。

各図において、表定速度は同じ傾向を示しながら発展している。このことより、北海道における鉄道システム技術発展のモデル型は、重層段階的に発展する型といえよう。

#### c) 各区間における時代区分

図－2から図－6において、表定速度は成長曲線モデルを想起させる曲線を複数回出現させながら変遷している。このことより、各区間における鉄道システム技術発展の時代区分を行った。なお、時代区分の判断であるが、成長曲線モデルにおいては、安定衰退期がある事象の発展の終了期を意味していることから、安定衰退期を時代区分の時期とした。さらに、各図において表定速度の向上が見られなくなった後しばらくして再び向上を始めており、その時に表定速度が若干落ち込む傾向を示すことから、その時点を各時代の区分点とした。

表－3は、表定速度の変遷から時代区分を行った結果である。対象とした5区間のうち札幌－函館間と札幌－旭川間は、I：国有化後の1907(明治40)年から1919(大正7)年、II：1919年から戦後まもなくの1947(昭和22)年、III：1947年から1980(昭和55)年頃、IV：1980年頃から現在の4期に時代区分することができた。

一方、札幌－釧路間、札幌－北見間、札幌－稚内間は、I：鉄道の開通期から1970年代、II：1970年代から現在の2期に時代区分することができた。

さらに、これより、札幌と北海道の主要都市間を連絡する路線は、第二次世界大戦前において時代区分が行える路線（都市間連絡型線区）と行えない路線（開拓先行型線区）の2種類に大別できることがわかった。

表－3 札幌と主要都市間を結ぶ路線の鉄道システム技術の発展による時代区分

| 型      | 区 間   | 時 代 区 分 |      |      |    |      |      |      |    |
|--------|-------|---------|------|------|----|------|------|------|----|
| 都市間連絡型 | 札幌－函館 | 1907    | I    | 1919 | II | 1947 | III  | 1981 | IV |
|        | 札幌－旭川 | 1907    | I    | 1919 | II | 1947 | III  | 1978 | IV |
| 開拓先行型  | 札幌－釧路 | 1907    | I    |      |    |      | 1972 | II   |    |
|        | 札幌－北見 | 1912    | I    |      |    |      |      | 1981 | II |
|        | 札幌－稚内 |         | 1922 | I    |    |      |      | 1978 | II |

d) 時代区分から見た都市間連絡型線区と開拓先行型線区<sup>17)18)</sup>

①都市間連絡型（札幌－函館間，札幌－旭川間）

これらの区間は，第二次世界大戦前において時代区分ができ，全部で4期に時代区分された区間である．第Ⅰ期は，北海道の鉄道が全線国有化され，特に，札幌－函館間は私鉄時代の低い水準の施設・設備の改良などが行われ，北海道と本州を結ぶ幹線としての整備が進められた時代<sup>19)</sup>であり，1910年から1920年にかけて表定速度の向上が続いている．

また，第Ⅱ期では，1930(昭和5)年から17(1942)年にかけて表定速度が向上している．この時代は，日本の主要幹線において速度の向上が図られた時代<sup>20)</sup>であり，北海道と本州を結ぶ幹線であった札幌－函館間や道北地域の中心都市であり，旧陸軍の師団がおかれた旭川に通ずる札幌－旭川間も，それらの幹線と共に整備されたといえよう．この時代において表定速度はほぼ50km/hとなった．

第Ⅲ期は，第二次世界大戦後，表定速度の向上が著しく図られた時代である．この時代において，気動車による特急列車の運転が始った．また，札幌－函館間では直通列車の運転経路が，勾配区間が多く降雪量の多い小樽経由の路線から，平坦で降雪量の少ない室蘭経由の路線へ変更され，複線化率も向上した．さらに，札幌－旭川間では電化も行われるなど，整備が一段と進んだ時代である．この時代，表定速度はほぼ80km/hとなった．しかし，後に国有鉄道の経営が不振となるにつれ，表定速度の伸びも鈍り，1980年頃にはわずかながら表定速度が低下している．

第Ⅳ期は，国有鉄道の経営が不振となり，1987(昭和62)年の分割民営化を迎え，北海道旅客鉄道株式会社と組織が変り現在に至る時代である．この間，分割民営化付近より表定速度の向上が再び見られ，札幌－函館間では90km/hを越え，さらに札幌－旭川間の伸びは著しく100km/hを越えている．これは，札幌－旭川間が第Ⅲ期において既に電化，複線化および線形改良が行われ，高性能電車を走行させることが容易であったことによる．

以上2区間は，本州（東京）と北海道（札幌，旭川）など，各都市間をなるべく速く連絡するために第2次世界大戦前から積極的に整備がなされてきた線区といえよう．本研究では，これらの線区において見られるような表定速度の変遷をする線区は，都市間連絡が常に考えられてきた線区と考え，都市間連絡型線区とした．この型に該当する線区での鉄道システム技術の発展に関して，札幌－函館間を例にとり第4章において考察する．

②開拓先行型（札幌－釧路間，札幌－北見間，札幌－稚内間）

これらの区間は，全部で2期に時代区分された区間である．第Ⅰ期は，鉄道の開通より1970年代までである．この時代の1920年代後半から1930年代にかけて，北海道の鉄道建設が進み，北海道の幹線鉄道網が完成した．このことより，これらの区間は新線の開通により経由地を変更し距離の短縮を図り，所要時間の短縮を図っているが，表定速度の向上は見られず開通時の30km/h代の低い水準で推移をしている．例えば，札幌－北見間は延長4329mの石北トンネルの掘削により，現在の石北線経由の路線が開通した1932(昭和7)年10月までに3回経由地を変更している．1911(明治44)年9月の網走線池田－野付牛（現北見）間の開業により札幌－北見間が鉄道により初めて結ばれた時の距離は478.2kmであったが，石北線開業時には323.5kmと，150kmも短縮している．しかし，この間表定速度はほとんど変化していない．新線が開業し距離が短縮できたのはトンネル技術の進歩によるものであったが，トンネル以外の施設・設備の技術水準が低い<sup>21)</sup>ために表定速度が向上しなかった．

その後1960年代になってから，気動車による優等列車の運転などが行われ，開通後長期間にわたり30km/h代の低い表定速度であったものが，60km/h代にまで向上した時代である．しかしながら，国有鉄道の経営が不振となるにつれ，表定速度の伸びが鈍っている．さて，札幌－釧路間，札幌－北見間にも，札幌－函館間と同じキハ82系特急型気動車が運転されていたが，都市間連絡型の札幌－函館間に比べ表定速度が10km/h以上も低くなっている．これは，施設・設備の整備水準が低いために，トータルシステムとしての上限が低いことの現れであろう．

第Ⅱ期は，国有鉄道が分割民営化され，北海道旅客鉄道株式会社と組織が変り現在に至る時代である．札幌－北見，札幌－稚内間では表定速度が70km/h代となった．また，札幌－釧路間では表定速度の向上が著しく，ほぼ80km/hとなった．これは，1981(昭和56)年10月に，施設・設備の水準が高く<sup>22)</sup>，日高山脈を長大トンネルで抜けることにより従来に比べ50km程短縮となる石勝線が開通し，札幌－釧路を結ぶ列車が経由地を変更したためである．

以上3区間は，第二次世界大戦前において表定速度の向上が見られず，戦後になってから表定速度の向上が図られた区間である．これは，これらの線区が路線周辺の開拓促進を主目的としていたため早期



に開通させる必要があり，そのため低い水準の技術で建設され，その後の整備もあまりなされなかったことによるものと思われる．本研究では，これらの線区に見られるような表定速度の変遷をする線区は，その性格が長期にわたり開拓を主眼としていたものと考え，開拓先行型線区とした．この型に該当する線区での鉄道システム技術の発展に関して，札幌－釧路間を例にとり第4章において考察する．

#### e) 鉄道史における時代区分

鉄道史における時代区分には，分析の対象によっていくつかの例がある．

鉄道技術発達史では，1872(明治5)年から1952(昭和27)年までを5期に時代区分し，輸送，保安，車両の変遷について概略を説明している<sup>23)</sup>．また，日本国有鉄道百年史では，管理主体の推移から，1872年(それ以前を含む)から1970年代までを6期に時代区分している．さらに，原田は，鉄道史研究における政策と技術の問題を考えるために，Ⅰ：1870年代～1900年代，Ⅱ：1910年代～1930年代，Ⅲ：1940年代以降の3期に時代区分している<sup>24)</sup>．また，瀧山は，日本における鉄道技術発展の背景を概説するために，Ⅰ：建設の時代(1870～1905)，Ⅱ：輸送力増強の時代(1906～1945)，Ⅲ：近代化の時代(1946～)の3期に時代区分している<sup>25)</sup>．表－4は各者による時代区分の年代一覧である．

本研究では，表定速度は鉄道システム技術の水準を表しているとの視点から，表定速度の変遷によって時代区分を行っている．本研究において都市間連絡型とした区間における時代区分の時期も，これらの例が区分している時期とほぼ同じ時期となっている．特に，管理主体の推移から時代区分を行っている日本国有鉄道百年史のⅢ，ⅣとⅤ，Ⅵの各時代は，本研究におけるⅠ，Ⅱ，Ⅲの各時代とそれぞれ対応している．このことは，都市間連絡型線区の場合，そこに見られる鉄道システム技術の発展が鉄道の管理・運営主体<sup>26)</sup>の影響を受けたことを意味するものと考えられる<sup>27)</sup>．

表－4 鉄道史における時代区分の例

| 区 分 者     | 時 代 区 分 |      |           |      |           |      |           |           |      |      |    |
|-----------|---------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|-----------|------|------|----|
| 鉄道技術発達史   | 1872    | I    | 1905・1906 | II   | 1926・1927 | III  | 1935・1936 | IV        | 1945 | V    |    |
| 日本国有鉄道百年史 | I       | 1892 | II        | 1906 | III       | 1920 | IV        | 1936      | V    | 1949 | VI |
| 原 田       | 1870    | I    |           | 1910 |           | II   |           | 1940      |      | III  |    |
| 瀧 山       | 1870    | I    | 1905・1906 |      |           | II   |           | 1945・1946 |      | III  |    |

## 4. 北海道における表定速度の変遷と鉄道システム技術の発展

### (1) 表定速度の変遷と鉄道システム技術の発展

鉄道の速度向上の要因としては様々な要因が挙げられている<sup>28)</sup><sup>29)</sup>．このうち，表定速度の向上について整理するとその主な要因は，①施設・設備の改良，②車両の改良，③運用，法制度の三要因にまとめることができる．そして，表定速度の向上は，それぞれの要因が相互に影響しあい生じるものである．表－5は，①から③の表定速度向上の主要因をより具体的に分けたものである．なお，表－5に示した各要素は，輸送力の向上にも関係するものであり，表定速度の向上と輸送力の向上は相互に関係しているものといえる．

表－5 鉄道における表定速度向上の主要因

|          |            |           |              |
|----------|------------|-----------|--------------|
| 施設・設備の改良 | 軌道の強化      | 車両の改良     | 機関車出力の向上     |
|          | 勾配，曲線の改良   |           | ブレーキ・台車などの改良 |
|          | 停車場の新設     |           | 軽量化，電車・気動車化  |
|          | 複線化        | 運用，法制度の変更 | 客貨分離         |
|          | 信号や保安設備の改良 |           | 優等列車の設定      |
|          | 保線技術の改良    |           | 規程・規則などの改正   |

本研究では，北海道における表定速度の変遷と鉄道システム技術発展の関係を考察するために，都市間連絡型の例として，札幌－函館間を，開拓先行型として札幌－釧路間を調査，考察の対象とした．本

研究では、①から③の各要因のうち、

①施設・設備の改良：複線化、レールの重量化、曲線および勾配の改良の変遷

②車両の改良：対象とした線区において主力として使用された機関車・気動車の変遷とブレーキ装置の変遷

③運用、法制度の変更：鉄道建設に関する規程および列車の運転に関する規程とその内容の変遷について調査を行った。

表定速度の変遷要因としては、財政サイドの要因や需要サイドの要因も考えられる。例えば、1970年代から80年代にかけて表定速度の成長が余り見られないことには、国有鉄道の財政悪化や他の交通機関の発達による鉄道の斜陽化も関係していると考えられる。しかし、本研究はシステム技術の各要因が表定速度の変遷に与えた影響を分析し、評価することと、財政や需要サイドの要因とシステム技術に関する要因は相互に関係するという観点から、今回は技術的側面の調査・考察を中心とした。

また、調査対象年であるが、表-3に示した時代区分をもとに、各時代を3-(4)-a)に示した①導入生成期、②発展成長期、③安定衰退期の3段階に区分し、各段階が終了すると思われる年を対象とした。なお、対象とした調査年の資料が入手できなかった場合、その前後の資料より調査した。これらの調査結果を、表-6および表-8に示す<sup>30)</sup>。

表-6および表-8の各項目であるが、レール重量の変遷については、60kg、50kg、37kg<sup>31)</sup>、30kg、30kg以下<sup>32)</sup>の5種類に分け、軌道延長に占める割合を概算した。30kgレールは1920年代までの幹線用標準レールであり、37kgレールは1929(昭和4)年に改正された建設規程において、甲線、乙線に採用すべきレールとして規定されたものであった。また、50kgレールおよびその改良型の50kgNレールは、日本国有鉄道構造規程(案)において1級線、2級線の標準レールとして規定されたものである<sup>33)</sup>。60kgレールは、近年1級線、2級線における使用基準として導入されている。また、曲線半径の変遷は、800m以上、600m以上800m未満、400m以上600m未満、400未満の4段階に分け、それぞれが曲線延長に占める割合を概算した。各段階は線路基本構造基準規程における1級線、2級線、3級線の各規定<sup>34)</sup>で分けた。さらに、勾配の変遷は、20/1000以上、15/1000以上20/1000未満、10/1000以上15/1000未満、10/1000未満の4段階に分け、それぞれが勾配延長に占める割合を概算した。段階分けは線路基本構造基準規程における1級線、2級線、3級線の各規定<sup>35)</sup>を基にした。なお、レール重量の変遷、曲線の変遷、勾配の変遷の各調査に用いた資料は、年代により統計の取り方に差異があった。そのため、対象とした区間のみの統計とはならない場合もあったが、本研究では変遷の傾向をつかむことを第一とし、対象とした区間外を含んだ場合、それらを含んで概算した。

車両のうち蒸気機関車については、各記録および年史等から、対象とした線区、年代を代表すると思われる車両または優等列車に使われたとされている車両を取り上げた。蒸気機関車牽引列車は、区間によって機関車が異なるものであるが、ここでは対象とした線区に対して車両面の投資が積極的に行われたかどうかの判断とするために、新しく導入された機関車を取り上げた。しかし、より深い考察のためには区間による機関車の違いも重要となるであろう。また、車両の性能向上の指標として、蒸気機関車については缶圧力とシリンダの直径および行程を調査し<sup>36)</sup>、気動車については機関出力を調査した。

なお、札幌-釧路間については、第I期の第①段階が50年近くも続いているが、その間の鉄道システム技術の変遷を確認しておく必要があるものと考え、この時期については札幌-函館間と同じ区切りで調査を行った。

また、鉄道システム技術の発展に対する各要素の寄与度がわかれば、土木技術や車両技術などの各技術の発展が鉄道システムの発展に対して与えた影響やその役割がより明確となり、客観的な評価を与えることが可能となろう。そして、そのことから、今後の鉄道整備の在り方を、具体性を持って提言することになると思われる。今回は資料の関係により寄与度を明らかにすることができなかった。今後の課題として検討したい。

## (2) 札幌-函館間の表定速度の変遷と鉄道システム技術の発展<sup>37) 38)</sup>

### a) 札幌-函館間の概要<sup>39) 40)</sup>

現在、札幌-函館間を連絡する鉄道路線には、小樽、倶知安を経由する函館本線經由の路線(旅客営業キロ286.3km、以下小樽經由)と千歳、室蘭を経由する千歳線、室蘭本線經由の路線(旅客営業キロ318.7km、以下室蘭經由)との2路線がある。この2路線のうち札幌-函館間の定期直通列車や本州と北海道を結ぶ旅客列車、貨物列車が運行されているのは、室蘭經由の路線のみである。室蘭經由の路線は、札幌-函館間で小樽經由の路線より32.4kmほど遠回りとなっているが、地形が平坦であり列車を高

速に走らせることができることや室蘭、苫小牧、千歳など人口の多い主要都市を経由するため、札幌－函館間の幹線として利用されている。

しかしながら、札幌－函館間を連絡する鉄道路線としては、小樽経由の路線の開通の方がはるかに早い。高島（現小樽）<sup>41)</sup>－函館間に鉄道が開通したのは1904(明治37)年である。翌1905年高島－小樽（現南小樽）間が開通し、すでに開通していた手宮－小樽－札幌間の鉄道(北海道炭鉱鉄道会社により営業)と合わせ、札幌－函館間が鉄道で結ばれることとなった。なお、小樽－函館間は、北海道鉄道株式会社による私鉄として開業し、1906(明治39)年3月に公布された法律第17号鉄道国有法により、翌1907年7月政府に買収された。なお、手宮－札幌間は同法により、すでに1906年10月に買収されている。

その後この路線は、札幌など道央地域と道南地域の連絡のみならず、本州と北海道を連絡する主要幹線として整備され、優等列車が運転された。

一方、現在、札幌－函館間の幹線となっている室蘭経由の路線であるが、千歳線の開通<sup>42)</sup>は1926(大正15)年、長輪線（現室蘭本線長万部－東室蘭間）の開通は1928(昭和3)年と小樽経由の路線より24年遅れて開通している。このうち長輪線は、1919(大正8)年北海道鉄道敷設法予定線に追加され、1921(大正10)年長万部側より建設された。長輪線を経由した場合、函館－岩見沢以遠では距離にして10km弱の短縮にしかならないが、小樽経由に比べ地形が平坦で積雪も少なく、運転時分では2時間近く短縮できる見込みがあった。しかし、途中山脈が海岸に迫り、断崖絶壁が続くため数多くの長大トンネルを掘削しなければならず、長大トンネル掘削の技術が確立した1920年代まで建設ができなかった。

さて、これらの線区を利用した函館－札幌間を結ぶ直通列車の運転であるが、第2次世界大戦後の1961(昭和36)年まで行われなかった。このことは、1950年代までは小樽経由の路線の沿線人口の方が多かった<sup>43)</sup>ことと、1926年に開業した千歳線は、1943(昭和18)年に国有化されるまで北海道鉄道会社による私鉄経営であったことなどが原因としてあげられよう。

1961(昭和36)年10月、全国規模の列車ダイヤ改正が行われ、北海道にも初めて特急列車が設定され、新製の特急用気動車が室蘭経由の路線で函館－旭川・釧路間を運行することとなった。この時から、室蘭経由の路線にも札幌－函館間の直通列車が設定され、その割合は年々多くなった。この間、室蘭経由の路線は複線化などが積極的に進められ幹線としての整備が進んだが、小樽経由の路線の整備はあまり行われず、1987(昭和62)年にはすべての直通列車が室蘭経由となり現在に至っている。

表－6 札幌－函館間における施設・設備、車両の変遷

| 時代区分            | I       |         |         | II      |         |         | III     |        |         | IV      |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 段 階             | ①       | ②       | ③       | ①       | ②       | ③       | ①       | ②      | ③       | ①       |
| 年               | ～1908   | ～1915   | ～1919   | ～1927   | ～1940   | ～1947   | ～1956   | ～1976  | ～1980   | ～1983   |
| 複 線             | 0       | 11      | 11      | 11      | 13      | 14      | 14      | 88     | 89      | 91      |
| レール重量<br>(kg/m) | 60kg    | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0      | 2       | 4       |
|                 | 50kg    | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 17      | 100    | 98      | 96      |
|                 | 37kg    | 0       | 0       | 0       | 89      | 1       | 83      | 0      | 0       | 0       |
|                 | 30kg    | 100     | 100     | 100     | 11      | 0       | 0       | 0      | 0       | 0       |
|                 | 30kg>   | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 0       |
| 曲線<br>(m)       | ≥800    | -       | -       | -       | 12      | 14      | 27      | 53     | 57      | 57      |
|                 | ≥600    | -       | -       | -       | 11      | 13      | 9       | 22     | 22      | 22      |
|                 | ≥400    | -       | -       | -       | 27      | 26      | 23      | 13     | 12      | 12      |
|                 | 400>    | -       | -       | -       | 50      | 47      | 40      | 11     | 9       | 9       |
| 勾配<br>(1/1000)  | ≥20     | -       | -       | -       | 22      | 21      | 21      | 3      | 2       | 2       |
|                 | ≥15     | -       | -       | -       | 15      | 15      | 15      | 1      | 1       | 1       |
|                 | ≥10     | -       | -       | -       | 10      | 10      | 11      | 20     | 19      | 19      |
|                 | 10>     | -       | -       | -       | 53      | 53      | 54      | 76     | 78      | 78      |
| 車 両 形 式         | 7800    | 9580    | 9600    | 9900    | C55     | D51     | C62     | キハ82DC | キハ183DC | キハ183DC |
| 缶圧力or機関出力       | 12.7    | 13      | 13      | 12.7    | 14      | 14      | 16      | 380PS  | 440PS   | 440PS   |
| シリンダ直径X行程       | 432x559 | 483x610 | 508x610 | 570x660 | 510x660 | 550x660 | 520x660 |        |         |         |
| ブレーキ            |         | 真空式     | 真空式     | 自動式     | 自動式     | 自動式     | 自動式     | DARS   | CLE     | CLE     |

※) 複線、レール重量、曲線、勾配の各欄の単位は％である。

#### b) 札幌－函館間における鉄道システム技術の変遷

- i) 第I期：札幌－函館間の鉄道のうち小樽－函館間は、当初私鉄として建設された日露戦争における軍事輸送のため速成が図られた。このため国有化後「線路諸般ノ施設不備ノ點渺ナ

カラス然ルニ同線路ハ本道幹線鉄道の咽喉ニシテ・之レカ根本的大改良ニ着手」<sup>44)</sup>した。このとき取組まれた改良工事は、停車場構内の拡張(11ヶ所)、停車場の増設(3ヶ所)、勾配の緩和、曲線改良のため一部区間の路線変更、橋梁の強度増強などである。また、この区間は山岳地帯を横断することから急勾配、級曲線が続き、「之ヲ除去シテ線路ノ大改良ヲ行ハントスルモ多大ノ費用ヲ要シ施工困難」<sup>45)</sup>であることより、強力な機関車を導入することによって輸送力不足を改善する方式が採られた。橋梁の強度増強などはそのために行われたものと思われる。また、当初から60ポンド(30kg)レールが採用されていたことも強力な機関車を導入するのに都合良いものであったと思われる。さらに、1911(明治44)年より、真空式の貫通ブレーキの使用が始まっている。これらの諸施策によって表定速度が向上したものと考えられる。

- ii) 第Ⅱ期：この時代の第①、第②段階において、30kgレールから37kgレールへの取換えが行われており、特に第①段階において9割近くが置き換えられている。このため、シリンダを大型化した9900形(後D50形と改称)以降の蒸気機関車の導入が可能<sup>46)</sup>となった。また、1910年代から1920年代前半にかけて部分的に勾配改良が行われた<sup>47)</sup>。さらに、自動式空気ブレーキが全国に先駆けて1924(大正13)年より使用された<sup>48)</sup>。これらの諸施策が第②段階における表定速度の向上に結び付いたものと考えられる。また、1929(昭和4)年に建設規程が改正となり、新しい規程に合致させるため小樽から狩太間において曲線の改良工事が行われている<sup>49)</sup>。
- iii) 第Ⅲ期：この時代の第①段階において50km/hであった表定速度は第②段階終了時には80km/hにまで向上している。またこの時代では第②段階における施設改良には著しいものがある。これは、1961(昭和36)年から平坦地を通るため急勾配や急曲線が少ない室蘭経由の路線が札幌―函館間の幹線となったためである。この結果、勾配および曲線が大幅に改良された。また、この時期は1957(昭和32)年度を初年度とする第一次5か年計画、1961(昭和36)年から始められた第二次5か年計画、1965(昭和40)年度に発足した第三次長期計画が実施された時期である。これらの計画により複線化やレールの重量化、線形改良が進んだ。さらに、1961(昭和36)年からはキハ82形特急型気動車の運転も始まっている。これら諸施策によって、表定速度が向上したものと考えられる。第Ⅱ期においては、レールの重量化が高性能機関車の導入に結び付いているが、この時代では気動車の導入と平行して施設・設備の改良が行われている。これは、気動車が第Ⅱ期で整備された水準の施設・設備でも速度向上が可能であったことを意味していると思われる。また、③段階においてもわずかではあるが複線化が進み、レールの重量化、勾配および曲線の改良が行われている。さらに、従来より高性能な新型気動車が導入されている。しかし、この時期において表定速度は向上しておらず、若干低下さえしている。表を見るとハード面の改良はわずかながらでも行われている。この時期は、国有鉄道の経営が不振となり、また、労使間の紛争が多く発生するなど、ソフトウェア(交通労働)面が後退した時期であり、表定速度が向上せず、若干低下しているのはそのことのあらわれと思われる。

### (3) 札幌―釧路間の表定速度の変遷と鉄道システム技術の発展<sup>50) 51)</sup>

#### a) 札幌―釧路間の概要<sup>52)</sup>

札幌―釧路間が鉄道により結ばれたのは、1907(明治40)年9月である。この時開通した路線は、旭川、富良野を経由するものであった。その後、滝川を経由する路線が1913(大正2)年11月に開通し、滝川経由の路線が札幌―釧路間を結ぶ幹線となった。さらに、1981(昭和56)年10月の石勝線開業により札幌―釧路間を結ぶ路線は、日高山脈を長大トンネルで抜ける夕張経由となった。表-7は各年代における主要な経由地、開業日および距離である。

札幌―釧路間の路線の建設経緯であるが、1896(明治29)年5月法律第93号北海道鉄道敷設法が公布され、公債を募集して北海道に必要な鉄道を建設することが決定した。このとき予定された線路の第一番目に石狩国旭川から十勝国十勝太及び釧路国厚岸を経て北見国網走に至る鉄道があげられた。その後、臨時北海道鉄道敷設部により予定線の調査が行われた結果、旭川―十勝太間、十勝太―釧路間などが第一期工事線路と決定され、1897(明治30)年6月旭川側から工事が始められた。3年後の1900(明治33)年8月には旭川―下富良野(現富良野)間が開通し、翌1901(明治34)年9月には落合までが開通している。

また、釧路側からの工事は1900年5月から始り、1905(明治38)年10月には釧路―帯広間が開通した。

残る落合～帯広間は日高山脈の鞍部の狩勝峠（海拔644m）を経由するため土工量が多くさらに延長954mの隧道を掘削する必要が在り、工事は難航したが1907(明治40)年9月に開通した。その結果、函館～札幌～旭川～帯広～釧路間の北海道の幹線鉄道が完成した。

その後、1913(大正2)年11月下富良野線滝川～下富良野間が、「幹線トシテ迂回ヲ避ケ同時ニ四十分ノ一ノ勾配ヲ避ケ得ルヲ以テ鐵道系路上ノ便宜ヲ圖リ拓殖上ノ効果ヲ擧ケントスル」<sup>53)</sup> 目的で開業した。このときより、札幌～釧路間を結ぶ直通列車はすべて滝川より下富良野線<sup>54)</sup>を経由することとなり、札幌～釧路間の距離は旭川経由より52.5kmの短縮となった。

1913年の下富良野線開通より68年後の1981年10月夕張を経由する石勝線が開通した。石勝線は、石狩地方と十勝地方を連絡する石狩・十勝連絡鉄道から採られた名称で、追分線、紅葉山線、狩勝線、および既設夕張線で構成されている。1959(昭和34)年11月に開催された鉄道建設審議会は、石狩・十勝連絡線（北広島～追分間、紅葉山～金山間、右左府～御影付近）の1965年度以降の着工を答申した。この後、1964(昭和39)年より日本鉄道建設公団によって工事が始まり、20年の歳月をかけて建設された。開通後は、一部の急行列車を除いた優等列車はこの新線を経由することとなり、現在、帯広、釧路方面への直通列車はすべて石勝線を経由している。

表－7 札幌～釧路間の経由地・開業日・距離変遷

| 年 代       | 主な経由地                 | 開業年月    | 距離(km) |
|-----------|-----------------------|---------|--------|
| 1907～1913 | 札幌・滝川・旭川・富良野・新得・帯広・釧路 | 1907.09 | 445.3  |
| 1913～1981 | 札幌・滝川・芦別・富良野・新得・帯広・釧路 | 1913.11 | 393.0  |
| 1981～     | 札幌・千歳・新夕張・新得・帯広・釧路    | 1981.10 | 344.9  |

表－8 札幌～釧路間における施設・設備、車両の変遷

| 時代区分            |       | I       |         |         |         |         |         |         |        | II     |         |
|-----------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|
| 段 階             |       | ①       |         |         |         |         |         |         |        | ①      | ②       |
| 年               |       | ～1908   | ～1915   | ～1919   | ～1927   | ～1940   | ～1947   | ～1956   | ～1972  | ～1976  | ～1983   |
| 複 線             |       | 0       | 11      | 11      | 20      | 20      | 20      | 21      | 21     | 21     | 13      |
| レール重量<br>(kg/m) | 60kg  | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0      | 0      | 1       |
|                 | 50kg  | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 6       | 62     | 72     | 87      |
|                 | 37kg  | 0       | 0       | 0       | 5       | 30      | 30      | 70      | 38     | 28     | 12      |
|                 | 30kg  | 43      | 88      | 100     | 95      | 70      | 70      | 24      | 0      | 0      | 0       |
|                 | 30kg> | 57      | 12      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0      | 0      | 0       |
| 曲 線<br>(m)      | ≥800  | -       | -       | -       | -       | 18      | 18      | 21      | 28     | 28     | 46      |
|                 | ≥600  | -       | -       | -       | -       | 12      | 12      | 11      | 18     | 18     | 15      |
|                 | ≥400  | -       | -       | -       | -       | 34      | 34      | 33      | 32     | 32     | 26      |
|                 | 400>  | -       | -       | -       | -       | 36      | 36      | 35      | 22     | 22     | 13      |
| 勾 配<br>(1/1000) | ≥20   | -       | -       | -       | -       | 4       | 4       | 4       | 0      | 0      | 0       |
|                 | ≥15   | -       | -       | -       | -       | 6       | 7       | 7       | 7      | 7      | 4       |
|                 | ≥10   | -       | -       | -       | -       | 17      | 17      | 18      | 25     | 25     | 41      |
|                 | 10>   | -       | -       | -       | -       | 72      | 72      | 71      | 68     | 68     | 55      |
| 車 両 形 式         |       | 7200    | 9040    | 9040    | 9600    | C58     | C58     | C57     | キハ82DC | キハ82DC | キハ183DC |
| 缶圧力or機関出力       |       | 9.8     | 9.8     | 9.8     | 13      | 16      | 16      | 16      | 380PS  | 380PS  | 440PS   |
| シリンダ直径X行程       |       | 356x457 | 406x508 | 406x508 | 508x610 | 480x610 | 480x610 | 500x660 |        |        |         |
| ブレーキ            |       |         | 真空式     | 真空式     | 自動式     | 自動式     | 自動式     | 自動式     | DARS   | DARS   | CLE     |

※) 複線、レール重量、曲線、勾配の各欄の単位は％である。

## b) 札幌～釧路間における鉄道システム技術の変遷

- 第Ⅰ期：この時代は第Ⅰ期は1907(明治40)年から1972(昭和47)年までの65年間である。この間、第二次世界大戦前において表定速度はほとんど向上していない。表定速度の向上は、1950年代後半からである。

さて、この区間におけるレール重量の変遷であるが、1910年代までは60ポンド(30kg)以下のレールが使用されていたが、1919(大正8)年までに全て60ポンドレールに交換されている。また、1920年代には37kgレールの導入も始まっているが、これは札幌～滝川間である。1940年代には37kgレールの割合が高くなっているが、37kgレールが敷設されていたのは札幌～滝川間と落合～新得間(狩勝峠)のみである。レールの重量化が本格的

に始ったのは第二次世界大戦後の1950年代からである。また、曲線、勾配の改良も1950年代までほとんど行われなかった。さらに、機関車も札幌一函館間で同時期に使用されていた機関車より性能が劣るものが使用されていた。これは線路の規格が低かったために重量のある強力な機関車を運行できなかったためである。また、狩勝峠では開通時から他の区間に比べ重いレールを用いていた。これは、落合一新得間に25/1000という急勾配が存在するため強力な機関車を走らせる必要があり、この区間だけ特別とされたためと考えられる。第②、第③段階に入ってからレールの重量化はさらに進み、わずかではあるが曲線、勾配も改良された。これは、狩勝峠越えの隘路<sup>55)</sup>を別線付替えて解消したことによる<sup>56)</sup>。また、1961(昭和36)年よりキハ82形特急型気動車が運転された。以上より第②段階での表定速度の向上には、気動車の導入が大きな役割を果たしていると考えられる。そしてレールの重量化がある程度進んでも、勾配、曲線の改良がほとんど行われなかったため、表定速度が70km/hを越えることがなかったものと思われる。

- ii) 第Ⅱ期：第①段階において曲線や勾配の改良などは見られない。しかし、第②段階では、曲線の改良が目立つ。これは、最急勾配1000分の12、最小曲線半径800mで建設され、日高山脈を長大トンネルで抜ける石勝線が1981(昭和56)年に開通したためである。石勝線の開通により曲線は改良されたが、15/1000以下の勾配の割合が増えている。しかし、表定速度は以前よりも向上している。これは、ある程度の勾配よりも曲線の方が表定速度に影響を与えることを意味すると思われる。このことは、蒸気機関車列車が気動車化、電車化された場合に見られることで、札幌一釧路間においても同様な傾向が見られた。

#### (4) 規則、規程等の変遷

表－9、表－10は、鉄道建設、構造および運転に関する規則、規程等の変遷である。

これらの規則、規程によって定められた基準は、整備に対して具体的な指標を与えたものと思われる。例えば、1924(大正13)年制定の運転取扱心得は、車両の種類、曲線、勾配による最高速度を初めて具体的に示したものである。1920年代後半において表定速度の向上が見られるのはこれらの規程が具体的な数字を持って規定されたことと関係あるものと思われる。

表－9 鉄道建設、構造等に関する規則、規程の変遷<sup>57)</sup>

| 年    | 規 程               | 概 要                          |
|------|-------------------|------------------------------|
| 1900 | 鉄道建設規程(逓信省令第33号)  | 線路、車両、停車場等の構造その他を規程した。       |
| 1921 | 国有鉄道建設規程(鉄道省令第2号) | 建築限界等の拡大、用語の整理、メートル法の採用。     |
| 1929 | 国有鉄道建設規程(鉄道省令第2号) | 線路等級の新設、建築限界等の縮小、抽象的表現の数字化   |
| 1955 | 日本国有鉄道構造規程(案)     | 1929年以降の技術進歩、輸送力増強に伴う規程の見直し案 |
| 1987 | 普通鉄道構造規則          | 国鉄の分割民営化に伴い、運輸省令の一元化         |

表－10 運転に関する規則、規程の変遷<sup>58)</sup>

| 年    | 規 程                   | 概 要                  |
|------|-----------------------|----------------------|
| 1873 | 鉄道寮汽車運輸規程             | 最高速度について具体的な指示なし     |
| 1900 | 鉄道運転規程制定              | 最高速度について具体的な指示なし     |
| 1901 | 列車運転及信号取扱心得制定         | 運転規程の具体的な補足。同上       |
| 1909 | 列車運転及信号取扱心得改正         | 国有化による規程の整備。同上       |
| 1924 | 国有鉄道運転規程、運転取扱心得制定     | 車両種類、曲線、勾配により最高速度を明示 |
| 1947 | 国有鉄道運転規程、運転取扱心得改正     | 線路種別による最高速度が付加される    |
| 1948 | 運転取扱心得改正              | 電車、気動車に関する最高速度が付加される |
| 1955 | 日本国有鉄道運転規則(運輸省令第5号)制定 | 国有鉄道運転規程と国有鉄道信号規程の統合 |
| 1964 | 運転取扱基準規程制定            | 運転取扱心得の全面改正          |
| 1987 | 鉄道運転規則(運輸省令第15号)制定    | 分割民営化に伴う規則の改正        |

また、これらの規則、規程等はそれぞれの時代の技術の程度などによって規定されたものであるから、技術上の進歩があれば改正されるものである<sup>59)</sup>。例えば1929(昭和4)年の国有鉄道建設規程および1955(昭和30)年の日本国有鉄道構造規程(案)の規定後表定速度の向上が見られる。このことは、安定衰退期から導入生成期が、発展成長期において得られた技術を整理する時期であり、その整理された

結果が次の発展成長期の支えとなることを意味しているものと思われる。

これらの例に見られるように、規則、規程の変遷と表定速度の変遷の間にも関係が存在することがうかがえるので、今後、両者の関係についてさらに考察を進める必要がある。

## 5. まとめ

本研究でわかった点および提案したことは以下の各点である。

- ① 鉄道をシステムとしてとらえるとき、その発展を表す指標として表定速度を提案した。
- ② 北海道において、札幌と道内主要都市間を結ぶ列車の表定速度が、時代とともに成長曲線を想起させる曲線を描きながら変化しており、その曲線は、鉄道の開通時から現在まで単一なものではなく、幾度か繰り返しをしていること。
- ③ 表定速度の変遷図より、鉄道システム技術発展の時代区分ができることを指摘し、札幌と道内主要都市間を結ぶ線区についてそれぞれ時代区分を行ったこと。
- ④ 表定速度が成長曲線に類似した曲線を描きながら変化する理由は、鉄道がシステムであるため、i) 施設・設備、ii) 車両、iii) 運用、法制度の主要三要素が相呼応して発展していること。

## < 註 お よ び 参 考 文 献 >

- 1) 野田正穂他編：『日本の鉄道－成立と展開－（再版）』，日本経済評論社，pp.330～331，1989年
- 2) 新村出編：『広辞苑第四版』，岩波書店，pp.876，1991年
- 3) 中條隆一郎：『速度と保線』，鉄道現業社，pp.2，1965年
- 4) 例えば田中眞一：『鉄道高速化技術の現状と課題』，運輸と経済，第52巻第6号，pp.54，1992年
- 5) 例えば運輸技術審議会の答申などでは、営業最高速度で整備目標を設定している。
- 6) 例えば土木学会編：『日本土木史－昭和16年～昭和40年－』，土木学会，pp.474～475，1973年
- 7) 特例として、津軽海峡線の青函トンネル部において140km/hが認められている
- 8) 運輸省鉄道局：『数字で見る鉄道 1991年版』，運輸経済センター，pp.142～143，1992年
- 9) JR時刻表，1991年5月号，弘済出版社，1991年
- 10) 北海道新聞社：『北海道大百科事典』，北海道新聞社，1981年
- 11) 鉄道院年報各年，鉄道省年報各年，北海道鉄道百年史各巻，新日本鉄道史〔下〕，鉄道ピクトリアルNo.541より作成
- 12) この様な形態をしたモデルとして、形式人口学におけるPearl-ReadによるL曲線の一般形がある。（館稔：『人口分析の方法－形式人口学要論－』，古今書院，p.100，1963年）
- 13) 伊藤政志他：『統計処理の手法がよくわかる本』，技術評論社，pp.230～234，1990年
- 14) 館稔：『人口分析の方法－形式人口学要論－』，古今書院，p.83，1963年
- 15) 林雄二郎・山田圭一編：『科学のライフサイクル』，中央公論社，pp.18～19，1979年
- 16) 新村出編：『広辞苑第四版』，岩波書店，pp.1136，1991年
- 17) 日本国有鉄道北海道総局：『北海道鉄道百年史上・中・下巻』，日本国有鉄道北海道総局，1976年
- 18) 中川浩一：北海道内鉄道網の歴史過程，鉄道ピクトリアル，鉄道図書刊行会，第41巻第3号，pp.53～60，1992年
- 19) 日本国有鉄道北海道総局：『北海道鉄道百年史上巻』，日本国有鉄道北海道総局，pp.484～485，1976年
- 20) 日本国有鉄道：『鉄道技術発達史第5編（運転）』，日本国有鉄道，pp.9～10，1958年
- 21) 最急勾配1000分の25，最小曲線半径300mで建設され，30kg軌条が使用された。一方，トンネル内はコンクリート道床が採用され，37.5kg軌条が使用された。
- 22) 最急勾配1000分の12，最小曲線半径800mで建設された。
- 23) 日本国有鉄道：『鉄道技術発達史第5編（運転）』，日本国有鉄道，pp.1～24，1958年
- 24) 原田勝正：『鉄道史研究試論』，日本経済評論社，p.224，1989年

- 25) 瀧山養：日本国鉄の技術発展と社会的背景，鉄道技術研究報告，鉄道技術研究所，第1143号，pp.2，1980年
- 26) 日本における鉄道の管理・運営主体は，次のように変遷した．1906～1920：帝国鉄道庁・鉄道院，1920～1943：鉄道省，1943～1945：運輸通信省鉄道総局，1945～1949：運輸省，1949～1987：日本国有鉄道，1987～：JR各社
- 27) 原田は，『鉄道史研究試論』のなかで，日本国有鉄道百年史の時代区分と，自らが行った「政策と技術のかかわりあいという角度から見直した時期区分」とを対比すると，「ほぼ『国鉄百年史』の時期区分の二つの時期をひとつにまとめたようなかたちとなっている．その両者の相互について具体的な関連があるか否かは不明な点があるが，必然的な関連はあると考えられる．(p.236)」と指摘している．
- 28) 小野純郎：『鉄道のスピードアップ』，日本鉄道運転協会，1987年
- 29) 井口雅一：在来線の高速化，鉄道と電気技術，Vol.3 No.4，p.5，1992年
- 30) 鉄道院統計図表各年，鉄道統計資料各年，工務統計各年，鉄道統計年報，新日本鉄道史〔下〕，国鉄蒸気機関車小史，日本の蒸気機関車，国鉄車両一覧より作成
- 31) 37kgレールには，40kgおよび40kgNレールを含む．また，50kgレールは，50kgと50kgNレールである．
- 32) 1921年に建設規程が改正されるまでヤードポンド法表示が使用されていたが，本研究では，メートル表示に換算した．
- 33) 土木学会編：『日本土木史－昭和16年～昭和40年－』，土木学会，pp.576～579，1973年
- 34) 土木学会編：『日本土木史－昭和16年～昭和40年－』，土木学会，p.574，1973年
- 35) 土木学会編：『日本土木史－昭和16年～昭和40年－』，土木学会，p.574，1973年
- 36) 青木栄一：日本の幹線用蒸気機関車の発達，鉄道史学，第9号，p.10，鉄道史学会，1991年
- 37) 川上幸義：『新日本鉄道史〔下〕』，鉄道図書刊行会，pp.1～58，1973年
- 38) 日本国有鉄道北海道総局：『北海道鉄道百年史上・中・下巻』，日本国有鉄道北海道総局，1976年
- 39) 梅木通徳：『北海道交通史』，北方書院，pp.249～251，1950年
- 40) 守下精：北海道鉄道株式会社鉄道敷設工事始末，帝国鉄道協会会報，第6巻第1号，pp.6～34，1908
- 41) 1903年6月の開通時には，「小樽中央」であったが，同年10月「高島」と改称され，さらに，1908年「中央小樽」，1920年「小樽」と改称されている．
- 42) 千歳線は，北海道鉄道（第2次）による私鉄として建設され，開業した．
- 43) 例えば1955年における小樽市の人口は約20万人，室蘭市の人口は約12万人である．
- 44) 北海道鉄道管理局：『北海道鉄道概況』，北海道鉄道管理局，p.48，1911年
- 45) 北海道鉄道管理局：『北海道鉄道概況』，北海道鉄道管理局，p.49，1911年
- 46) 野田正穂他編：『日本の鉄道－成立と展開－』，日本経済評論社，pp.241，1989年
- 47) 日本国有鉄道：『日本国有鉄道百年史第9巻』，日本国有鉄道，pp.205～206，1972年
- 48) 日本国有鉄道：『鉄道技術発達史第4編（車両と機械）』，日本国有鉄道，pp.129～130，1958年
- 49) 日本国有鉄道：『日本国有鉄道百年史第9巻』，日本国有鉄道，pp.200～202，1972年
- 50) 日本国有鉄道北海道総局：『北海道鉄道百年史上・中・下巻』，日本国有鉄道北海道総局，1976年
- 51) 『石勝線建設工事誌』，日本鉄道建設公団札幌支社，1982年
- 52) 小熊米雄：道東への鉄道の開通に寄せて－十勝線，釧路線，根室線そして石勝線へ－，鉄道ピクトリアル，鉄道図書刊行会，第31巻第12号，pp.19～24，1981年
- 53) 鉄道省：『日本鉄道史 中篇』，鉄道省，pp.76，1922年
- 54) 開通と同時に釧路本線に編入，旭川－下富良野間は富良野線と改称した．
- 55) 最急勾配25/1000，最小曲線半径180mを最急勾配12/1000，最小曲線半径400mとした．
- 56) 日本国有鉄道北海道総局：『北海道鉄道百年史下巻』，日本国有鉄道北海道総局，pp.23～26，1976年
- 57) 日本国有鉄道百年史各巻，鉄道技術発達史第1編（総説），日本土木史－昭和16年～昭和40年－，第4版土木工学ハンドブックより作成
- 58) 日本国有鉄道百年史各巻，鉄道技術発達史第1編（総説），同第5編（運転），注解鉄道六法より作成
- 59) 日本国有鉄道：『鉄道技術発達史第1編（総説）』，日本国有鉄道，p.47，1958年