

4. ヤードの自動化についての研究指導



4. ヤードの自動化についての研究指導

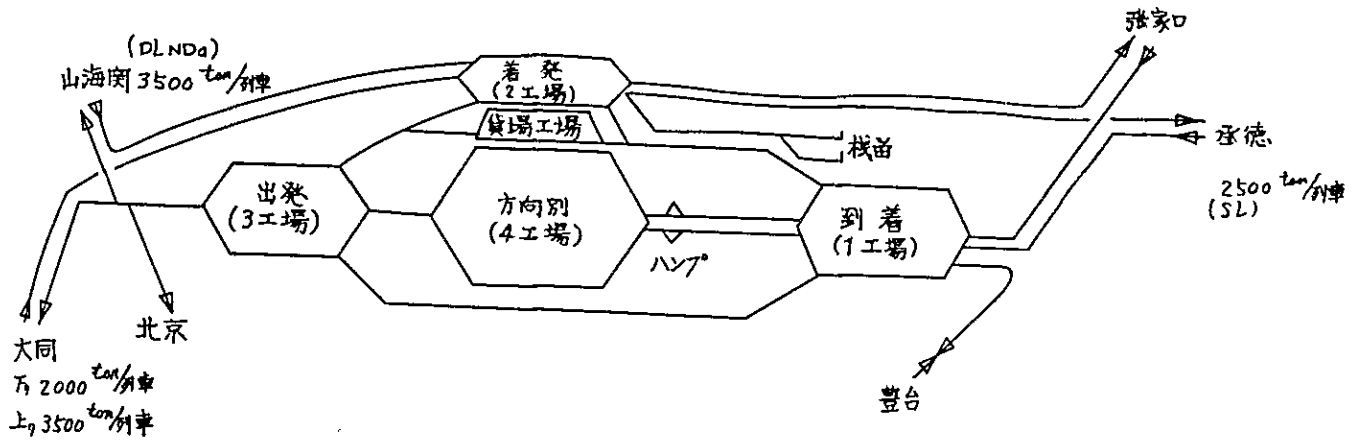
調査団

片岡 軌夫 日本国有鉄道技術研究所企画室調査役

本村 忠之 日本国有鉄道東京システム開発工事局
システム開発室主任技師

細田 武 日本国有鉄道仙台電気工事局設計室補佐

1 豊台西ヤードの概況



到着線：12本

仕訳線：30本（方向別24方面）

出発線：12本

ハンプH：4.6m

入換機関車（東風2型DL）7台

押上機 3

組成機 3

着発機 1

到着、出発、着発線：継電連動装置

仕訳線分解側：自動仕訳装置

仕訳線組成側：おもり付転てつ機

*貨場工場に、製氷所が付属している。

*技革室に、小工場が付属している。

駅長

副駅長 3

技師長 1

846名

(12時間

勤務)

事務室

外務室

人事室

指令室

技革室

教育室

安全室

統計室

分解両数 3500 ~ 4300 両/日

最大列車長 機関車 30m + 貨車長 770m = 800m

まえがき

日本チームは、豊台西ヤードの自動化に関して技術交流のため、約2ヶ月間の調査、討論を行い、この間自動化に関する日本の手法を講座において説明した。

また、豊台西において、レーダスピードメータによる押上速度の測定、走行抵抗の測定及びマイクロスイッチによる連結速度の測定も行った。

これらの調査、講義、測定は豊台西ヤードの自動化の実情を中心として行ったものであるが、この間中国側の考え方を明らかにすることと、日本の経験と考え方を説明することに努めた。

その結果、これまでに得た知識と日本における実施経験を基として、いくつかの自動化に関する意見を述べたい。

1 現状の把握

中国におけるヤードの機械化の歴史は古く、空圧式リターダ、自動式リターダは性能の良いものが作られているが、自動化のために必要なレーダスピードメータ、フルネス測定器、車軸検知器、軸重測定器もあいついで開発が行われて、それなりの成果をあげている。

すでに豊台西では、3R・4R（第3段、第4段の自重式リターダ）の数値制御システムによって、85%以上の安全連結速度で制御が実施されており、第一回の計算機制御を経て、第二回目の計算機制御の本格的なテストが計画されている。さらにSLC（押上機関車の自動制御）の計画及び構内連絡無線の計画が豊台西では進められており、また他のヤードでは、別の方式の自動化も進められている。

この段階において、日本側としては、中国の計画の確立を計り、特に計算機による速度制御の考え方及び手法並びにSLCについて講座の中で説明した。

2 日本側からの意見

専門的な意見は後述する諸点であるが、先ず全体の問題から意見を述べたい。

(1) 総論

ア. 自動化システムの考え方

自動化の目的としては、能率の向上、安全性の向上作業環境の改善、合理化などの項目があり、どこに重点を置くかでシステムの機能も変わってくる。

従って、まず、目的を明確にしておく必要がある。

この場合、特に現状がどの位改善されるかという事が重要であって、単に抽象的な目的

だけでは目標が設定し難く、システムの構想がたて難くなる。

つまり、なるべく定量的にしかも余り無理のない形で目標をたてるべきである。

また、初めての場合は、何回も改良を重ねる必要があり、逐次目標を上げることが望ましい。

イ. 前提条件

目標を達成するためには、前提条件のもとでシステム設計をする必要がある。

前提条件は、システムの機能を決定するための基本条件であり、システム設定の第一段階として、まずはっきりさせておく必要がある。

特に連結速度は大きな問題であって、現在中国では、一律 $4 \pm \text{km/h}$ (日本の場合は $5 \pm 2 \text{km/h}$) としているが、統計的にデータを収集して、緩和が可能なものと、注意を要するものとの区分が可能かどうか、現行の機械化ヤードを広く調査することが望まれる。

連結速度は、ターゲットシユューテイング方式においては、最も重要な前提条件でありシステム全体におよぼす影響も大きいため調査の価値も大である。

このほか、前提条件としては、輸送条件、設備条件、気象条件等も整理し明確化する必要がある。

ウ. システム設計

システム設計は、単に個々の機器を接続する事ではなく、機器の適正配置、適正な容量を与え、システム全体の性能を最も有効に発揮するよう設計することである。

討論の中でも強調した問題であるが、特に重要な事項であるため、自由転走曲線とリタ-ダの配置及び容量の決定方については後述することにする。

エ. 全体システム構成

中国では、半自動化システム及び数値制御システムは早くから研究され、かなりの実績をあげている。

これに対して、計算機制御システムは、経験がなく、初めてのため不安定要素が多く、各種のテストが予定されているが、現在考えているシステム構成は計算機制御系を主系とし、順次そのバックアップ系を数値制御系、半自動制御系、手動制御系と考えているがこのような複雑な方式では、全体システムの信頼度が良くなるとは考えられないため再検討をする必要がある。

オ. システム評価

システムの建設は、最初から最適設計にすることはむづかしいため、制御方式の比較、制御精度、連結速度分布等を調査するために、まづ、手計算による総体的なシステム評価を行い、検討が進むにつれて、計算機を使用したシユミュレーションテストを実施し、建設するシステムの詳細を把握する必要がある。

その結果、所定の目的がある程度達成された段階で、システム建設を本格的に行う方がより効果的である。

この手法については、討論の中で述べておいた。

また、シュミュレーションを行うためには、データの収集と性能の良い計算機が必要であり、今後、各種の近代化システム建設のために有用であるから早急に整備されることが望まれる。

カ. システム試験と使用開始

シュミュレーションテスト等で評価したあと、システム建設を実施し、部分的に順次試験を実施して行くことになる。部分的な試験から総合試験へと移行し、総合試験でシステム全体の機能を確認した後、試使用に入り、その安定化を持って使用開始に入るのが通例である。

総合試験では、当初システムに稼した全機能を満足すれば良いことになるが、しかし、実際に使用し始めると、大きなシステムでは当初想定しなかった様な不具合な点が発生することがある。

これは日本においてもほとんどのシステムで見られることであり、避けることは不可能である。

しかし、事前の部分試験、シュミレーター試験及び総合試験が十分に行われていれば、重大なトラブルを発生することはない。

もし、不具合な点が発生したとしても、使用しながら若干の改良を加えることにより解決できる事項である。

仮りに不安な要素が多く、使用開始の判断ができないときは、試使用期間を延伸して完全になるまで改良を実施すべきである。この試使用期間は、自動化前の要員配置をそのままにしておくのは当然である。また、特に注意すべきことは、使用開始後自動化システムの機能を信用せずに、いたずらに手動介入を実施することは、かえって自動化システムの改良を遅らせることになり好ましくないことである。従って、制御盤を操作して手動介入を実施するのは、異常時または保守時に限定して使用すべきである。

キ. その他

自動化システムの建設において、留意すべき事項として、走行抵抗、S L C、構内連絡無線等に対する専門的な意見については、個々に後述する。

(2) 今後の問題

ア. 進め方

豊台西ヤードの自動化は、まず計算機制御による近代化の第一歩をなすものとして重要な意味を持ち、日本の郡山ヤードと同じ意義を有する。従って、まず能率向上等の面より

も、計算機制御を定着化させることが第一目標であり、以後、北京～天津間の輸送力増強と並行して能力向上を考える必要がある。

日本の武蔵野ヤードも、数年間にわたって徐々に能力向上をはかっているのが実状である。

また、計算機の性能の面から貨車制御システムに限定して出発した事も良い方法であり、将来、情報処理システムを導入する時もあまり手戻りがないと考えられる。しかし、将来情報処理等に拡張する事は念頭に置いておく必要がある。

システム拡張の可能性は、計算機システムを導入する一つの大きな特色であるからである。

しかし、豊台西は、郡山と異って既設ヤードであり、制約条件が強い、従って、標準的な貨車制御方式をとる事は困難であり、かなり複雑なソフトウェアを組まざるを得ないと思われる。

従って、この方式が将来の標準的な考え方にはなり難いと思われるので、中国が計算機システム導入による近代化を促進するならば、配線構造、勾配、リターダ配置等がシステム設計の制約条件ではなく設計条件となし得る別のヤードを選んで、豊台西と並行して計算機制御の自動化システムを開発することが最も有効である。この場合、使用計算機の機種も選んで同一化できるように考えておくことが望ましい。

イ. 計算機システムに対する理解

計算機システムでは、ソフトウェア、ハードウェア共、複雑であり、特に未経験の場合は使用開始後も改良点が多い。十分な事前テストを実施しても不具合な部分が実使用の段階で発生するが、問題は初期故障の多少よりも原因を究明してソフトウェアを改良することが出来るかどうかである。

従って、このような不具合に対して、原因を究明し、改良するための体制をとる必要がある。使用開始後もシステム建設の体制を存続しておくことが重要である。また、このためには、使用者、保守者の理解と協力が必要であり、改良意見を積極的に出すと同時に改良についての暖かい助力が必要である。

ウ. 自動化の要員育成

ソフトウェアについては、特に要員の育成が最も大切であり、システムの開発期間を左右する重要な事項である。従って、最初は自由転走曲線プログラムやその他評価プログラム等簡易なプログラムを教育用の教材として作成させ、プログラム作成に慣れる様な計画的な育成を行い、各地の自動化に必要な要員を育成していく事が望ましい。

システム設計は合議制よりも、少数のグループが関係箇所の意見を聞きつつ、専任で設計する方がバランスのとれたシステムを構成できる。この場合専任になる人は、計算機のハード・ソフト、ヤードのハードウェアの両方を勉強する必要があり、このようなシステムエンジニアの育成は、ヤード自動化の将来にとって、最も大切な問題と考えられる。

ヤード自動化に対する日中技術協力の工程と内容について

月 日	工 程	中 国 側 説 明	日 本 側 説 明 内 容	場 所
(木) 7・12	北京到着 19 時 30 分			
(金) 13	鉄道部 } 表敬訪問 日本大使館 }			
(土) 14		技術協力工程打合せ		作業室
(日) 15	休 日			
(月) 16	豊台西ヤードの概況	歴史、配線、信号設備、要員及び作業計画の概要について		
(火) 17	同 上	ヤード作業の流れ及び輸送面並びに半自動化システムの概要について		豊台西ヤード
(水) 18	豊台西ヤード現場調査		信号扱所及び各指令室調査	
(木) 19	同 上	半自動化システム及び数値制御システムについて	制御卓及び計算機室の調査	
(金) 20			日本の作業計画の立案方について 貨車番号の考え方, S L C について 地下鉄 C T C 見学	作業室
(土) 21	予 備			
(日) 22	休 日			

4-1

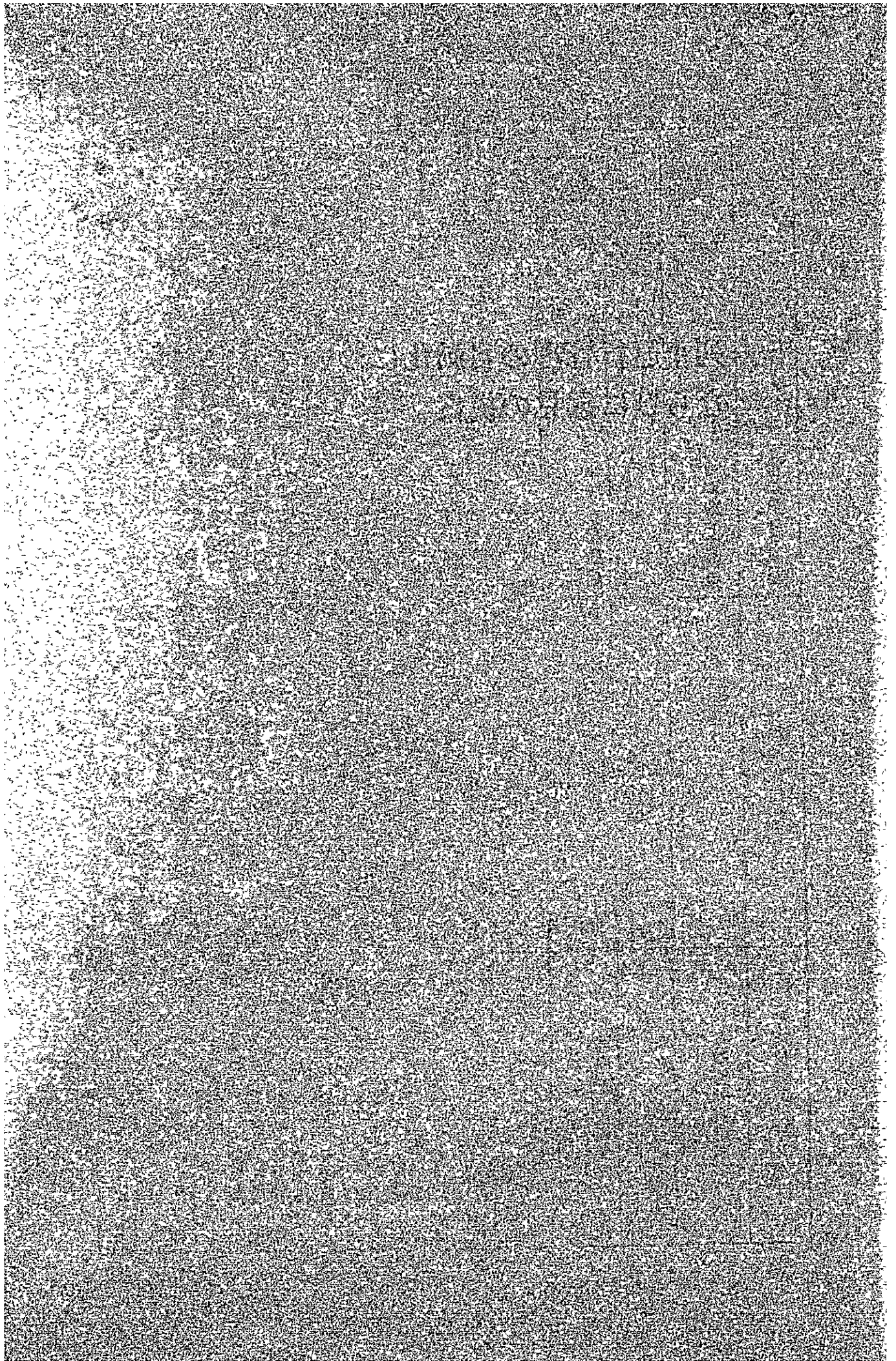
月日	工 程	中 国 側 説 明	日 本 側 説 明 内 容	場 所
7・23 (月)	中国側説明と日本側質問	豊台西ヤード自動制御システムの概要について	ハンブ高さの決定方法及び転走部での速度制御の考え方について	
24 (火)	同 上	システム構成と効果について 空圧・自重式リターダについて		作業室
25 (水)	同 上	ロープキヤリヤ、レールダースビードメータ、軸重、車内信号、等について		
26 (木)	同 上	フルネス、計算機ハード及び速度制御の数学モデルについて		
(金)			日本の速度制御の数学モデルについて	
27 (土)	同 上	計算機ソフトについて	日本大使館	
28 (日)	予 備			
29 (月)	休 日			
30 (火)	中国側説明と日本側質問	計算機ソフトについて 走行抵抗について 走行抵抗式のプログラム化について	プログラム作成上の注意事項について 日本の走行抵抗について説明	作業室
31 (水)	同 上	押し速度の測定	データ測定の方法について説明 押し速度の測定	
8・1 (金)	データ測定	押し速度の測定 連結速度の測定	同 上 連結速度の測定	豊台西ヤード
2	同 上	同 上	同 上	

月日	工 程	中 国 側 説 明	日 本 側 説 明 内 容	場 所
(金) 8・3	データ測定		日本の連結速度分布について説明 日本の分解能力の考え方を説明	
(土) 4	データ測定, 北京駅見学	走行抵抗の測定	走行抵抗の測定 北京駅見学	
(日) 5	休日			
(月) 6	データ測定	走行抵抗の測定	走行抵抗の測定	豊台西 ヤード
(火) 7	測定データの解析		測定データの解析方の説明と討議	作業室
(水) 8	同上		ヤード自動化の進め方について説明	
(木) 9	石家荘ヤード調査	データ測定	石家荘ヤード現地調査と討論	石家荘
(金) 10	同上	同上	同上	
(土) 11	予 備	同上		
(日) 12	休日			
(月) 13	講 座		日本に於ける自動化ヤードについて 標準化システムの概要について	

月日	工 程	中 国 側 説 明	日 本 側 説 明 内 容	場 所
(火) 8・14	同 上		速度制御システムについて(貨車追跡)	北方 交通大学
(水) 15	同 上		端末機器の概要と仕様について 端末機器の設置位置について	
(木) 16	同 上		速度制御システムについて (リターダ制御)	北方 交通大学
(金) 17	講 座		速度制御システムについて(異常処理) 端末機器のインターフェースについて	
(土) 18	予 備		北京機関区見学	
(日) 19	休 日			
(月) 20	講 座		S L C について 端末機器のインターフェースについて	北方 交通大学
(火) 21	同 上		情報処理システムの概要 まとめ	
(水) 22	講座内容に対する質問		質問事項のまとめと整理	作 業 室
(木) 23	同 上		連結速度分布の評価方法の説明 走行抵抗測定プログラムの説明	
(金) 24	同 上		自動化ヤードの前提条件について 電源・誘導・信号対策について	

月日	工 程	中 国 側 説 明	日 本 側 説 明 内 容	場 所
(土) 8・25	予 備			
(日) 26	休 日			
(月) 27	南翔ヤード調査	データ測定	車 中	
(火) 28	同 上	同 上	南翔ヤード現地調査と討論	上 海
(水) 29	同 上	同 上	同 上	
(木) 30	同 上	同 上	遊 覧	蘇 州
(金) 31	同 上		車 中	
(土) 9・1	測定機器の整理		測定機器の整理	豊台西 ヤード
(日) 2	休 日			
(月) 3	鉄道科学院見学		鉄道科学院見学	
4~8	日本側の提案及び討論		提案内容の説明・討論	作 業 室

5. 列車運行管理の自動化についての審査 ならびに意見の提案



5. 列車運行管理の自動化についての
審査ならびに意見の提案

団 員 名 簿

総 括	佐野 皓良	日本国有鉄道新幹線総局 調査役
運 転 計 画	山内 智	日本国有鉄道運転局 列車課補佐
信 号	佐々木 敏明	日本国有鉄道鉄道技術研究所 信号研究室主任研究員
進 路 制 御 シ ス テ ム ソ フ ト ウ ェ ア	戸石 裕威 長 沢 孝次	日本国有鉄道東京システム開発工事局 システム開発室主席 日本国有鉄道鉄道技術研究所 自動制御研究室主任研究員

行車指揮自動化專業組成員名簿

王 敬 誠	通信信号公司	処副総工程師
劉 純 正	北京鐵路局	自動化弁公室副主任
張 連 貴	鉄道部電務局	工 程 師
林 毓 佩	鉄道研究院	研究室 主任
汪 希 時	北方交通大学	副 教 授
相 文 渾	北方交通大学	講 師
胡 妙 興	鉄道部第三設計院	工 程 師
車 文 珍	通信信号公司	工 程 師
姬 之 基	京津自動化等建組弁公室	負 責 人
岳 国 璋	京津自動化等建組弁公室	工 程 師
申 大 川	京津自動化等建組弁公室	工 程 師
陳 火 森	京津自動化等建組弁公室	工 程 師
于 天 恵	京津自動化等建組弁公室	調 度 員

目 次

1. ま え が き	329
2. 北京天津間列車運行と指令業務の実態	329
2.1 北京天津間列車運行について	329
2.1.1 現 状	329
2.1.2 輸送管理体制	329
2.2 指令体制の現状について	330
2.2.1 組 織	330
2.2.2 業 務 内 容	330
3. 列車運行管理システムに関する提言	330
3.1 システムの機能	331
3.1.1 機 能 概 要	331
3.1.2 ハードウェア	331
3.1.3 ソフトウェア	332
3.2 システムの運用	332
3.3 システムの建設	332
4. 今後のシステムへの提言	332
4.1 指令監視装置による指令業務の改善	333
4.2 貨物情報交換システムの研究	334
4.3 シミュレーション手法による輸送問題の研究	334
5. む す び	335

付 図 一 覧 表

付図 1.	運行管理システム制御範囲案
付図 2.	北京分局指令室組織
付図 3.	指令の担当範囲
付図 4.	輸送関係指令作業流れ
付図 5.	列番設定方式比較表
付図 6.	システム保全の考え方
付図 7.	システム管理の流れ

北京～天津間列車運行管理自動化の調査

1. まえがき

京山線北京～天津間は、中国鉄道の中で最も列車回数の多い区間であるが、中国鉄道部は、数年以内に更に列車本数並びに、貨物輸送量の大幅な増加を計画している。

現在でさえ、指令業務は輸送形態、指令体制の特情から多忙を極めており、今後益々増大して行くことが予想される。従って、輸送力増強のためには、指令業務の改善が重要な問題となる。

このため、中国鉄道部は、列車運行管理の自動化システムにより、運行計画、ダイヤ作成、運転整理等一連の指令業務について事務的労働を軽減すると同時に質的向上を図ろうとしている。しかも、システム化による混乱を出来るだけ少なくするため、現状の体制の中でシステムを導入しようと考えている。

我々調査団は、このような前提のもとに、当面のシステム構想と将来中国鉄道の特情にあったシステムへ発展させるための諸問題について、調査を行った。

2. 北京・天津間列車運行と指令業務の実態

2.1 北京・天津間列車運行について

2.1.1 現 状

京山線北京・天津間1日当たり平均列車本数は、旅客列車27往復、貨物列車70往復である。

運行状況は旅客列車についてはダイヤ計画通りであるが、貨物列車については、日本と異なり、計画ダイヤ制ではなく、ヤード組成状況に合わせた輸送を行っている為、列車運休、系統変更が多い。

その上車両性能が低く、定時運転が困難な状況下であり、貨物列車については特殊な輸送方式をとっている。

毎日の貨物列車の運転率は最大でも85%である。しかし、単位列車の牽引トン数が大きい為、輸送量そのものは大きい。

2.1.2 輸送管理体制

このようなダイヤを守る事が困難な輸送を管理する為、輸送管理方式は1日を8つに分割する3時間ダイヤ調整方式をとり、貨車流動に対しては12時間毎に班ダイヤを作成し、

又ヤード作業に対応して6時間毎に調整を行う方式を取っている。

従って指令員の業務内容は日本と異なり、単に運転整理にとどまらず、ダイヤ調整にかかわる諸手続が入り、その為列車指令に集中する情報量は膨大なものとなっている。

この事が中国が運行管理自動化の検討を開始した由縁である。

しかし、中国の輸送方式の持つ機動性については特筆すべきものがある。その為、中国におけるシステム化は日本におけるものとは多少ニュアンスの異なるものになると思われる。

2.2. 指令体制の現状について

2.2.1 組 織

中国鉄道の指令体制は付図-2の通りである。鉄道部・鉄路局の指令は輸送量の調整が主体であり、実際の運行管理は分局の指令が行なう。

指令室は運輸科の下部組織として置かれ、北京分局を例にとると主任の下に約200名が所属し、1組45名の4組に分かれ、それぞれ12時間勤務4交代制を取っている。

このうち、輸送調整に関係する指令は、当直員、計画員、列車指令、機関車指令、旅客指令、貨物指令、予告指令である。

列車指令は、京山・京広・豊沙・珠行・小宝・集中の6つの台に分かれ、前5者は線区毎に管理し、集中台は、北京、永定門、豊台、豊西、石景、山南、東部、長辛店の大駅を管理する指令である。

北京・天津間の指令の担当範囲を付図-3に示す。

2.2.2 業務内容

指令情報の流れは付図-4に示す通りである。

計画員は班ダイヤ(12時間毎)作成並びに当直員と共に6時間調整を行う。列車指令は運転整理、並びに3時間ダイヤ調整と実績ダイヤ作成を行う。予告指令は他局・上部指令との情報連絡(主に貨車の流れ)を行う。

又、列車指令の情報連絡業務は1勤務の約53%に達し、本来の指令業務を行う為に情報連絡業務等の簡素化を図る必要に迫られている。

指令の業務内容は付図-4に示す。

3. 列車運行管理システムに関する提言

京山線北京～天津間に列車運行管理システムを導入すると想定し、その機能、運用及び建設について案をまとめたので、提言として以下に述べる。

3.1 システムの機能

3.1.1 機能概要

(1) 実施計画作成

基本計画データと変更計画データから、実施計画データを作成する。

(2) 列車追跡と列番表示

線内に在線する列車を運行状況にそって追跡し、その列番を表示盤に表示する。(付図-5に列番設定方式の例を示す)

(3) 進路制御

線内を走行する列車に対する場内、出発信号機を、自動制御する。

(4) ダイヤ記録

線内を走行する列車の運行実績を、ダイヤ記録機に記録する。

(5) 運転整理

あらかじめ指令員がデータの変更入力を行える様にし、又必要により列車の待避変更、競合等の判断を行う。

(6) 情報伝達

列車の運行予定、運行状況等を駅へ自動的に送信する。

(7) 実績統計

毎日の列車運行実績の統計を行う。

3.1.2 ハードウェア

システムのハードウェアを、次の各系により構成する。

(1) データ処理系

実施計画の作成及び情報伝達の機能を分担する系であり、1重系の計算機、CRT、TW等により構成する。

(2) 進路制御系

列車追跡、進路制御、ダイヤ記録等の機能を分担する系であり、2重系の計算機、CRT、ダイヤ記録機等により構成する。

(3) CTC系

情報の送受信の機能を分担する系であり、CTC装置、表示盤、制御盤、列番表示装置

等により構成する。

(4) 端 末 系

列番送信機，TW等の端末装置により構成する。

3.1.3 ソフトウェア

システムのソフトウェア作成に当っては，構造化プログラミングの手法を導入し，ソフトウェアの信頼性，保全性，拡張性を向上させる。

3.2 システムの運用

3.2.1 指令体制

北京～天津間は，北京分局の集中台と京山台及び天津分局の集中台と，2局3台に指令が分かれているので，システム導入後は指令の担当範囲を変えるか，あるいは合同指令組織を作る等の処置が必要となる。

3.2.2 保全体制

北京～天津間の保全も3つの電務段に分かれて行われているが，センターには高度の知識と技術を必要とする設備があるので，新たに専任の保全体制を作る必要が有る。（付図－6に保全の考え方の例を示す）

又駅設備については，機器交換方式の保全とし，既存の電務段で対応可能と思われる。

3.3 システムの建設

システムを建設するに当っては，そのシステムの建設，運用，保全を担当する各部門のメンバーからなるプロジェクトチームを結成し，そのシステムについての権限と責任を持ったプロジェクトリーダーのもとに建設を推進して行くのが望ましい。

又システム建設時に於ける工程管理，ドキュメント管理，障害管理等のシステム管理は，それらが適切に行われるか否かによってシステムの建設期間，品質が左右される程重要であるので，十分な配慮が必要である。

（付図－7にシステム管理の流れの例を示す）

4. 今後のシステムへの提言

列車運行管理システムは，線区の特情にあったものでなければならない。従って，必ずし

も大容量のコンピュータを導入しないとできないというものではない。もっと段階を追ったやり方もあるはずである。また貨物主体の現状においては、他にも系統的に考慮すべき重要な問題があると考ええる。それらをまとめて本章で提言する。

4.1 指令用監視装置による指令業務の改善

主要幹線における指令員の業務は、現在極めて繁雑であり、これ以上の輸送需要に対処できない状態にある。これが解決のため、中国では、指令用監視装置すなわち情報収集のみ行う装置が開発され、実用化されつつある。これはCTCの表示機能だけのものと同一で、貨物輸送が主体の鉄道で要員縮減のニーズが少ない中国では、今後発展の可能性はある。

以下これに関連した提言をする。

(1) 付帯業務の機械化

指令用監視装置の導入によって、列車の追跡は可能になる。しかし単に表示を得るだけでは効果は少ない。始発駅等における列車番号の入力方式を確立し、常時正しい列車番号が表示されるようにする必要がある。同時に採時装置、ダイヤ記録装置等を採用して事務的業務を減らし、3時間ダイヤの伝達についても模写電信装置の導入等により簡易化、確実化を計るべきである。

(2) CTC時の取扱い面での検討

複線区間におけるCTCは、中国においても様々な評価があるようである。実行ダイヤの確実な実現、さらにダイヤの乱れを含む異常事態に対する迅速な対応という重要な機能も有する反面、業務の集中、故障時の処理等の問題があることも事実で、輸送量の多い複線区間にあっては、その利害が一層際立ってくる。従って単に機械化すればいいということではなく、CTC時の職員、指令員、乗務員等の業務を、正常時、異常時についてよく分析し、特に機械と人間とのやりとりの方法についての研究が必要になる。今回の北京天津間のシステムで、グラフィックディスプレイやキャラクタディスプレイ、制御盤等を実際に設計し、運用してみれば、マンマシンシステムに関する貴重な経験が得られるはずである。その体験や機能面経済面の分析をして、これを指令用監視装置と比較すれば、今後のシステムに対する指針が得られよう。

(3) システム簡素化の検討

指令用監視装置や今回システムの体験を積み重ねれば、望ましいシステムに対するイメージが明らかになってこよう。その場合に投資効果、貨物が主体で通過列車が多い現状に鑑みて、中央から駅へ送る情報や駅々間の情報をもっと整理して制御や情報伝送を簡素にしたPRCについても研究してみる価値があろう。簡素化すれば、NSPCの機能の拡大、あるいはNSPCに簡単な制御装置を付加した程度の構成でも実用できる可能性があるため、中国の

特情に合ったシステムの実現を期待したい。

4.2 貨物情報交換システムの研究

中国では今後ますます貨物輸送が拡大すると考えられるので、その情報の質を高めることは輸送計画上極めて重要である。さらにその情報の処理や輸送計画にまで一元化できれば画期的なシステムになるが、当面の課題として以下の提言をする。

(1) 情報交換回線網の整備と伝送方式の検討

将来を見越してヤード間を主体とする情報回線網を整備する必要がある。将来はコンピュータネットワークによる伝送が考えられるがその前段階としては、模写電信による方式やテレタイプによる方式の機器の改良、機能の拡大等を研究する必要がある。同時に伝送試験方法、伝送品質の維持管理の手法についても検討する必要がある。

(2) 貨物情報信頼性向上の検討

貨物情報の正確度を高めることは、貨物輸送計画上極めて重要である。どの時点でどの場所で得たどのような情報をどこへ送るのがよいかを検討して、予告内容の確度を高める方法に関する研究が必要である。それには貨物情報が狂う原因の分析からはじめなければならない。現在、天津分局では予告所を設けて予告機能を向上、充実させようとしているが、このような試みを一層進展させることが望ましい。

(3) 班ダイヤ作成との結合

ヤード組成情報に関する確度が高まれば、班ダイヤの精度が向上し、その結果三時間ダイヤをはじめ、その後の作業の計画性が高められる。将来は班ダイヤの作成、あるいはその修正が、貨物情報処理の一部として行えるよう、いまから研究をはじめることが望ましい。

4.3 シミュレーション手法による輸送問題の研究

コンピュータを用いて数学モデルを操作し、現象の解析やシステム変更時（例えば、線増、ヤード増設など）の予測などを行う「シミュレーション」は、輸送問題のような複雑な問題の解決の手段として有効である。ここでは考えられる二、三の例を挙げ、今後の鉄道輸送の発展の一助とするよう提案する。

(1) 輸送資源の適正配分問題

輸送を行なうための資源（線路、機関車、ヤード、要員等）をどのように配置すればよいか、すなわち最小の設備で最大の効果を挙げる方策の検討は非常に重要である。線増や電化等の投資計画にも反映できるようなプログラムの開発が望まれる。

(2) 最適ダイヤ構成の研究

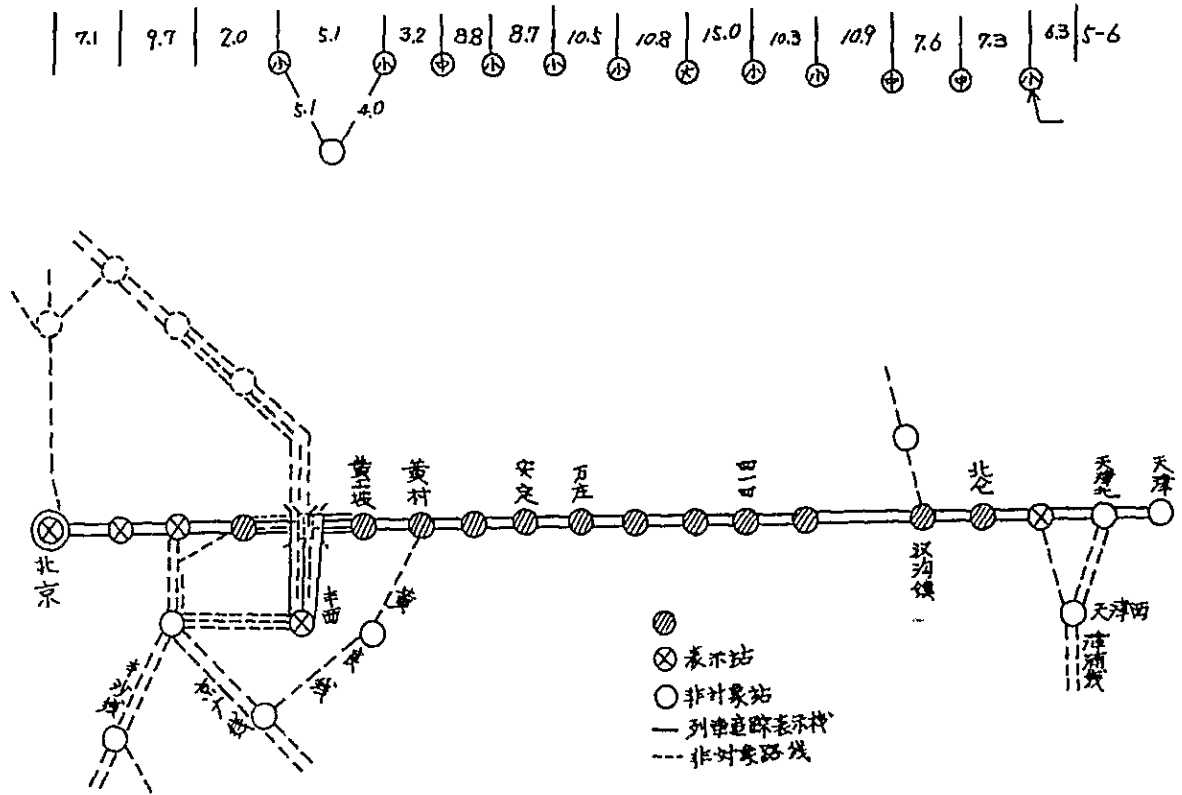
列車ダイヤは輸送需要や設備の変更に伴って、年々変化させる必要がある。その場合、網状に配置された鉄道網のどこからどこへの経路を経て何本の列車を設定するかを、局部的でなく、全体との調整の上で求めることが重要である。またある線区について、それを具体化する場合には、旅客と貨物、直行と作業列車等各種列車をどのような余裕時分のもとにどう混合させればよいかという問題がある。よいダイヤが作れば、それだけダイヤも安定化し、各種の処理も容易になると考えられる。

5. む す び

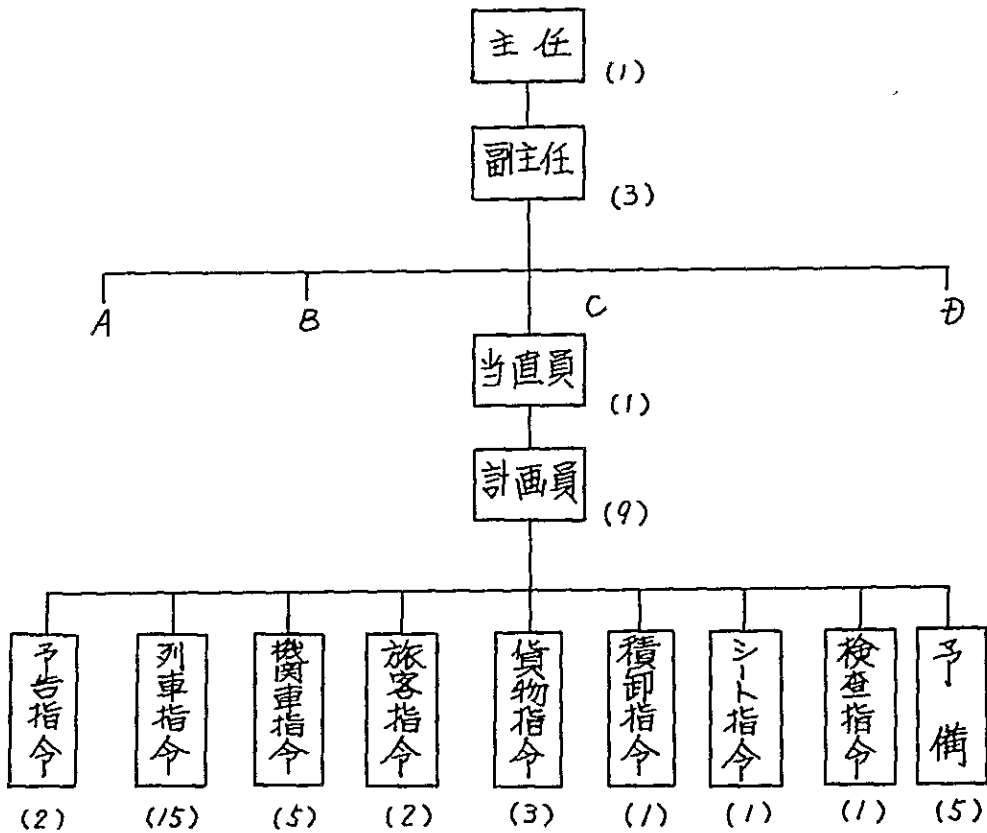
- (1) 調査の結果、列車運行管理自動化については、実施すればそれなりの効果が得られるものと思う。しかし、システムの建設に当っては、関連する工事や機器製作行程の調整と把握、そして、権限と責任をもった施工体制など特段の配慮が必要となるであろう。
- (2) システム化に当っては、本来、現状分析と機能の評価が基本となって進められる。中国鉄道部は、個々の技術についての優れた人材は多数いるが、技術を総合的に活用して行くシステム・エンジニアが不足している。将来の発展のためにも、システム・エンジニアの養成が必要と思われる。
- (3) 中国鉄道の輸送形態と指令体制はシステム化に当って、大きな特質があり、輸送力増強にも深いかわりを持っていると考えられる。この点については今後の重要な研究課題であろう。

最後に、今回の調査に当って、団員一同、無事、任務の遂行できましたことは、一重に、JICA、日本大使館の適切なる御配慮によるものと深く感謝申し上げます。又、中国鉄道部からは、現地調査、討議はもとより、団員の日常生活に至るまで、誠意溢れる対応を受けましたことを重ねて御報告申し上げます。

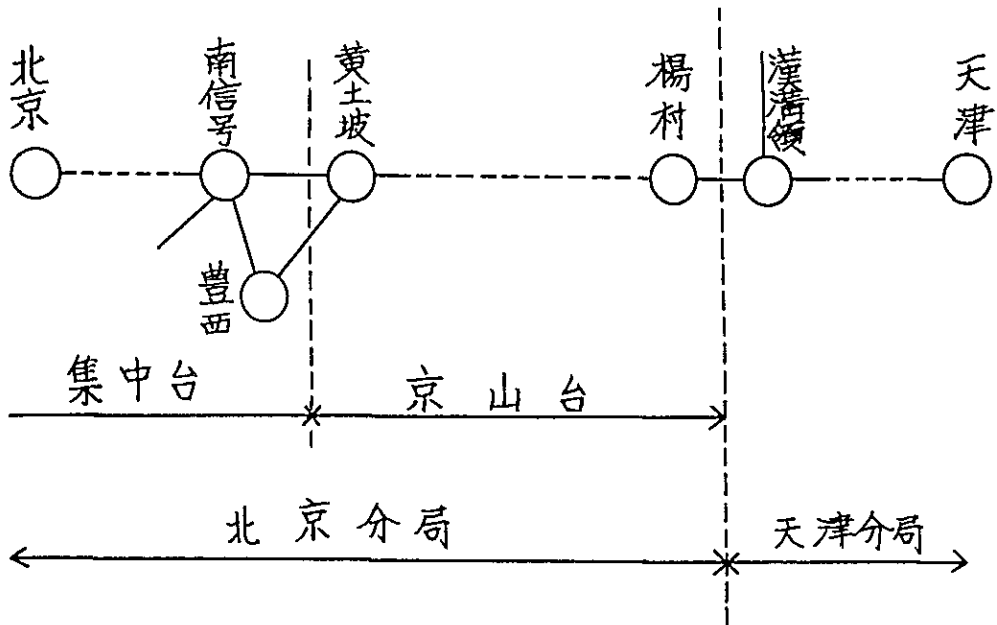
付図1. 運行管理システム制御範囲図案



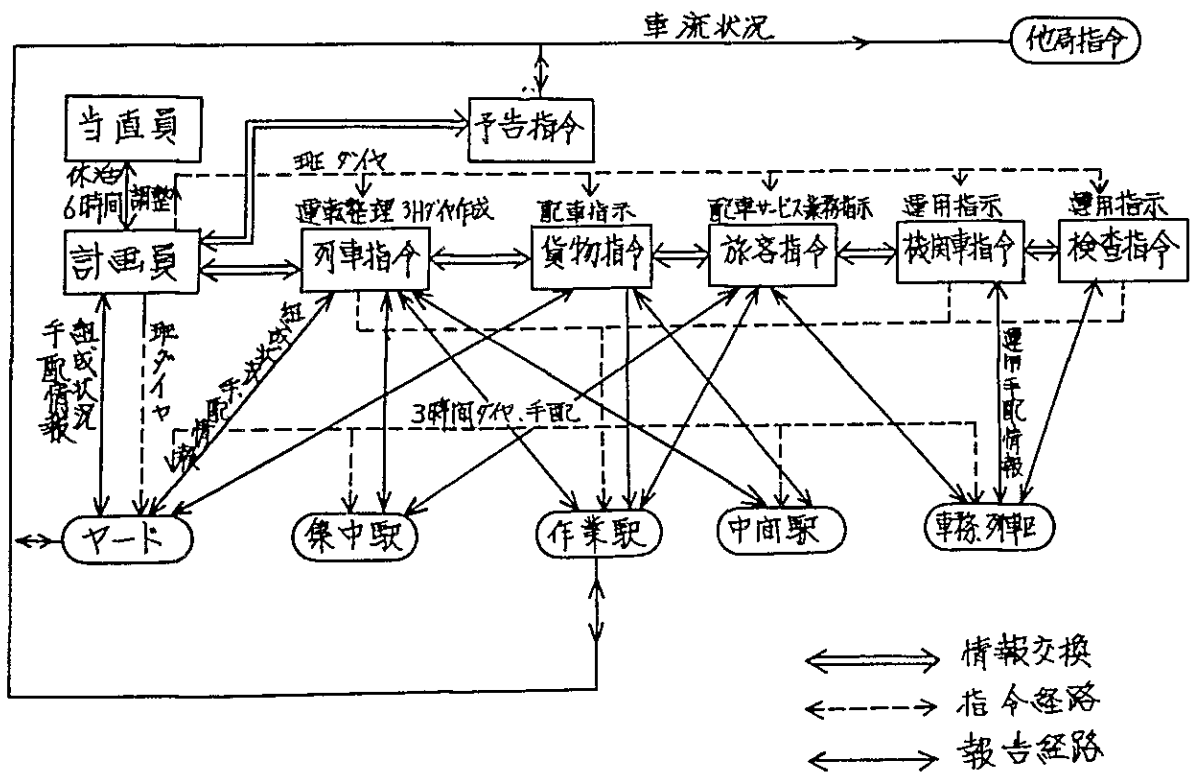
付図2. 北京分局指令室組織



付図3. 指令の担当範囲



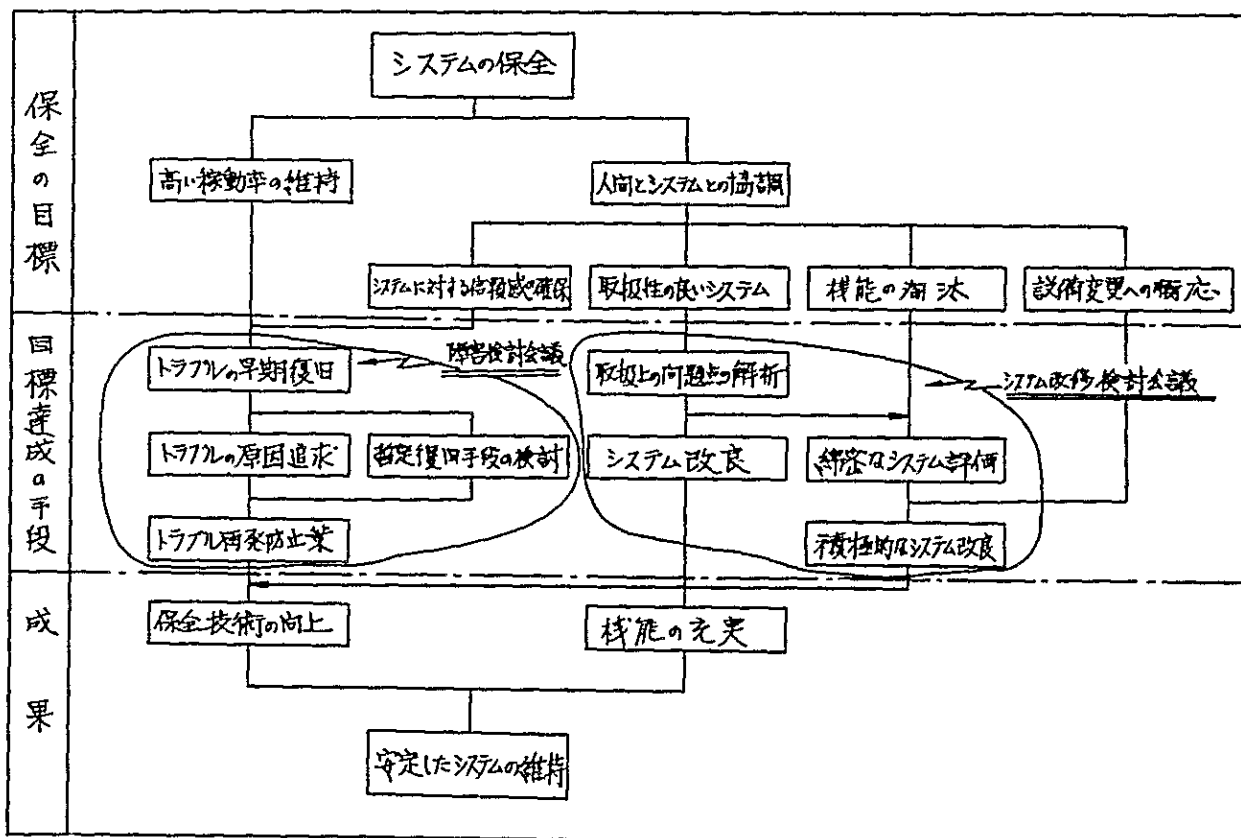
付図4. 輸送関係指令作業流れ



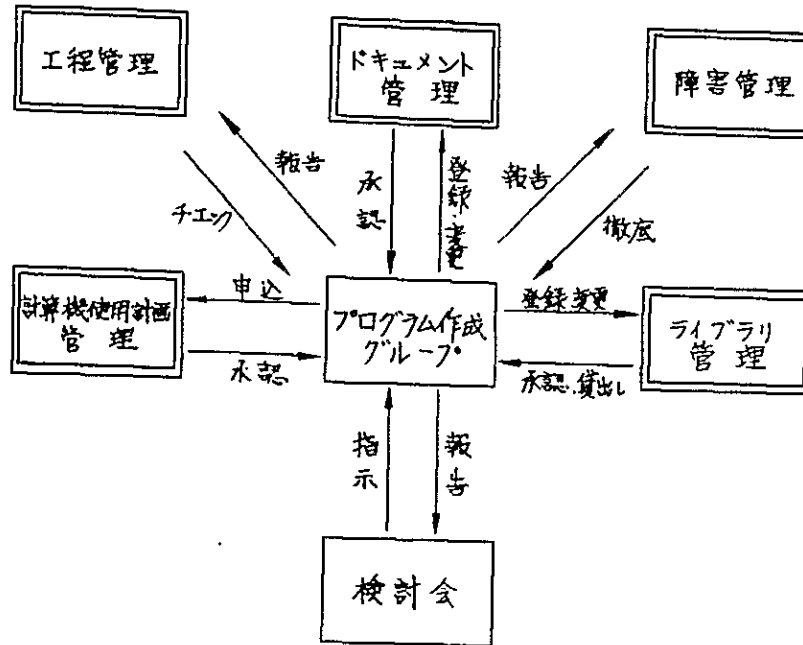
付図 5. 列番設定方式比較表

方式名	設定方法	確認方法	確認者	長 短	記 事	
車 上 設 定	車上で設定した列番を、地上コイルで受信し設定する。	受信した列番を指令員が表示盤で確認する。	乗務員 指令員 (CPU)	ダイヤ乱れに強い。 コスト高い。	例 新幹線	
地 上 現 地 打 定 込	センタプリセット	センタにあらかじめ記憶した列番を、現地からの情報(列車出発等)を受信した時、設定する。	指令員	コスト安い。 ダイヤ乱れ時、指令員の作業多くなる。	例 東北本線 (盛岡局)	
	センタメモリ	センタにあらかじめ記憶した列番を現地に送り、現地から送り返された列番を設定する。	指令員は表示盤で、 現地は列番送信器の表示で確認する。	駅長 指令員	現地にメモリが不要。 ダイヤ乱れ時、指令員の作業多くなる。	例 横須賀線
	現地メモリ	現地にあらかじめ記憶した列番をセンタに送信し設定する。	指令員は表示盤で、 現地は列番送信器の表示で確認する。	駅長 指令員 (CPU)	現地で列番を入力しなくとも良い。 ダイヤ乱れ時、現地の作業多くなる。	例 湖西線 気仙沼線
	カードリーダー	現地でカード(磁気式等)により入力された列番をセンタに送信し設定する。	指令員は表示盤で、 現地は列番送信器の表示で確認する。	駅長 指令員 (CPU)	ダイヤ乱れに強い。 ダイヤが乱れていない時は、面倒。	例 武蔵野線
	テンキー	現地でテンキーにより入力された列番をセンタに送信し設定する。	指令員は表示盤で、 現地は列番送信器の表示で確認する。	駅長 指令員 (CPU)	送信器のコスト安い。 扱いが面倒。	

付図 6. システム保全の考え方(目標と手段)



付図 7. システム管理の流れ



1. 工程管理
 - 詳細工程の作成
 - 工程チェック
 - 工程遅延時の対策検討と指示
2. ドキュメント管理
 - ドキュメント体系，書式，登録方式，変更手続決定
 - 登録，変更の受付，承認
 - ドキュメントの保管
3. 障害管理
 - 障害報告受付
 - 全員への徹底
 - 障害統計作成
4. ライブラリ管理
 - ライブラリ（プログラム，テープ，ファイル）の保管
 - ライブラリの貸出し
 - 登録，変更の受付，承認
5. 計算機使用計画管理
 - 使用申込受け
 - 使用計画作成
 - 承認

日順	月 日	曜日	行 程	調 査 内 容
1	5. 12	月	出発（成田発 10：00 北京着 14：00）	
2	13	火	日程打合せ 大使館表敬	
3	14	水	鉄道部表敬 概況説明	京山線の輸送と設備。
4	15	木	現地調査（豊台西駅）	計画の進捗状況と問題点。 駅及び信号設備の概要説明。
5	16	金	現地調査（北京鐵路分局指令，北京駅）	指令所，扱所の業務調査。 指令の概要説明と実務調査。
6	17	土	団員打合せ	駅の概要説明と業務調査。 講座の時間割検討。 講座資料作成。
7	18	日		
8	19	月	現地調査（黄村駅，黄土波駅）	講座の時間割検討。 講座資料作成。 駅及び信号設備の概要説明。
9	20	火	現地調査（永定門駅）	構内作業の実務調査。
10	21	水	現地調査（北京～天津，天津分局指令）	駅及び信号設備の概要説明。 構内作業の実務調査。
11	22	木	現地調査（南倉駅）	機関車に添乗し乗務員室から沿線調査。 指令の概要説明と業務調査。
12	23	金	現地調査（汉沟鎮駅，天津信号工場）	駅及び設備の概要説明。 構内作業の実務調査。
13	24	土	現地調査（天津～北京）	駅の概要説明と実務調査。 工場の概要説明と作業の実務調査。
14	25	日		
15	26	月	講座（システム基本，監視装置）	機関車に添乗し乗務員室から沿線調査。
16	27	火	講座（PRC，CTC5形）	指令業務と運転整理。 監視装置の概要。
17	28	水	講座（CTC5形，PRC）	東北本線の進路蓄積装置。 CTC5形の概要。
18	29	木	講座（PRC，CTC5形）	CTC5形の概要。 複線 CTC システム。 システムの試験と運行シミュレータ。 駅装置。

日順	月 日	曜日	行 程	調 査 内 容
19	5. 30	金	講座（システム基本，交流電化対策）	列車設定。 交流電化と誘導対策。
20	31	土	講座（CTC5形）	計算機の非同期二重系システム。
21	6. 1	日		
22	2	月	講座（システム基本，ATS-P）	列車設定。 ATS-Pの概要。
23	3	火	講座（PRC，質疑）	システムの試験と運行シミュレータ。 質疑。
24	4	水	北京～天津間運行管理システム計画の紹介	システムの構成。 システムの機能。
25	5	木	北京～天津間運行管理システム計画の紹介	SPCの概要。
26	6	金	北京～天津間運行管理システム計画の紹介	今後の進め方。 資料作成方法。 SPCの問題点。
27	7	土	団員打合せ	
28	8	日		
29	9	月	北京～天津間運行管理システム計画の紹介	SPCの検討事項。 質疑。
30	10	火	北京～天津間運行管理システム計画の紹介	北京～天津間の運転状況。
31	11	水	現地調査（北京発 9：55）	
32	12	木	現地調査（西安着 8：10，西安信号工場）	工場の概要説明。 各製造職場の実務調査。
33	13	金	現地調査（西安鉄路局，西安発 17：25）	西安鉄路局の概要説明。
34	14	土	現地調査（北京着 16：15）	
35	15	日		
36	16	月	列車運行管理システム計画についての討論	指令作業の現状。 3時間ダイヤの作成。
37	17	火	列車運行管理システム計画についての討論	システム導入後の指令作業。 PRC系の運転整理。
38	18	水	列車運行管理システム計画についての討論	GD系の概要。
39	19	木	列車運行管理システム計画についての討論	システム評価
40	20	金	列車運行管理システム計画についての討論	最適システム。 駅の取扱い。 制御範囲と指令範囲。
41	21	土	団員打合せ	問題点整理。 今後の進め方。

日順	月 日	曜日	行 程	調 査 内 容
42	6. 22	日		
43	23	月	列車運行管理システム計画についての討論	列車入力。 システムの異常。
44	24	火	列車運行管理システム計画についての討論	システム建設時に発生する 問題点。 システムの試験。 通信回線。
45	25	水	列車運行管理システム計画についての討論	アースのとり方。 システムの切換。
46	26	木	列車運行管理システム計画についての討論	指令体制。 保全体制。
47	27	金	現地調査（北京地下鉄，科学技術研究院）	地下鉄の信号設備調査。 技研の概要説明と研究室調査。
48	28	土	団員打合せ	報告書のまとめ方。
49	29	日		
50	30	月	列車運行管理システム計画についての討論	システムの効果を高める方法。
51	7. 1	火	報告書まとめ	報告書作成。
52	2	水	報告書まとめ 中国鉄道幹部と打合せ	報告書作成。
53	3	木	報告書まとめ	報告書作成。
54	4	金	報告書について中国側と討論	
55	5	土	報告書について中国側と討論	
56	6	日		
57	7	月	報告書について中国側と討論	
58	8	火	鉄道部，大使館へ最終報告	
59	9	水	鉄道部，大使館表敬	
60	10	木	帰国（北京発 10：35 成田着 15：35）	