

# 数理計画法を用いた バス運転者の勤務シフト自動作成

遠州鉄道株式会社

遠州鉄道株式会社について

バス運転者の勤務シフト作成における課題

数理最適化による勤務シフト自動作成

改善効果

まとめ



## 遠州鉄道株式会社について

バス運転者の勤務シフト作成における課題

数理最適化による勤務シフト自動作成

改善効果

まとめ



# 遠州鉄道株式会社



# 遠州鉄道株式会社

## 会社概要

創立	1943年11月1日
資本金	3,800,000千円
従業員数	1975名(グループ8,456名)
本社所在地	静岡県浜松市
事業内容	鉄道事業 一般乗合旅客自動車運送事業 一般貸切旅客自動車運送事業 自家用自動車運行請負業 旅行業 自動車整備業 不動産業 損害保険代理業および生命保険募集業 介護事業 その他
グループ会社	(株)遠鉄百貨店、(株)遠鉄ストア、 静岡トヨタ自動車(株)、(株)トヨタレンタリース浜松 遠鉄石油(株)、遠鉄タクシー(株)、遠鉄アシスト(株) 遠鉄観光開発(株)、遠鉄建設(株)、(株)遠鉄自動車学校 遠鉄システムサービス(株)、遠鉄ベトナム(有) など

## 自動車事業

拠点数	5営業所、17車庫 +浜松駅バスターミナル、本社
車両数	
乗合バス	219両
高速バス	20両
貸切バス	89両
従業員数	
運転手	384名
助役(管理者)	16名
ガイド	12名
整備	42名
事務	81名

2023年10月現在

遠州鉄道株式会社について

バス運転者の勤務シフト作成における課題

数理最適化による勤務シフト自動作成

改善効果

まとめ





# バス業界の問題



## 深刻な運転手不足

- 当社の場合…必要運転手の7%ほど不足
- 2024年問題によって、さらに運転手不足に

## 公共性の高い事業

- 予め決められたダイヤは運行しなければならない。  
⇒ 生産が追い付かないからといって、販売量を調整できない
- 運賃を簡単にはあげられない。  
⇒ 収益性が低くならざるをえず、人財投資の原資を確保できない

# 従前の勤務シフト作成方法

- 5営業所分のバス運転者の勤務シフト
- 1営業所あたり、60～80名分の勤務シフトを作成する。
- 最終的な勤務シフトが確定されるまでは、以下の3フェーズがある。

①基本勤務シフトの作成

前月末時点・月1回



②1週間後の未割当業務(欠番)を確認

運行1週間前・毎日



③公休出勤や振出を依頼して最終確定

運行4日前・毎日



# ①基本勤務シフト(3勤1休)

前月末時点

No.	氏名	班	6/1	6/2	6/3	6/4	6/5	6/6	6/7	6/8	6/9	6/10	6/11	6/12	6/13	6/14
①	Aさん	乗合	1	2	3	公休	4	5	6	公休	1	2	3	公休	4	5
②	Bさん	乗合	2	3	公休	4	5	6	公休	1	2	3	公休	4	5	6
③	Cさん	乗合	3	公休	4	5	6	公休	1	2	3	公休	4	5	6	公休
④	Dさん	乗合	公休	4	5	6	公休	1	2	3	公休	4	5	6	公休	1
⑤	Eさん	乗合	4	5	6	公休	1	2	3	公休	4	5	6	公休	1	2
⑥	Fさん	乗合	5	6	公休	1	2	3	公休	4	5	6	公休	1	2	3
⑦	Gさん	乗合	6	公休	1	2	3	公休	4	5	6	公休	1	2	3	公休
⑧	欠番	乗合	公休	1	2	3	公休	4	5	6	公休	1	2	3	公休	4

5月末日時点で、Aさん～Gさんに配布するシフト表

【仕事】…乗合仕事は毎日1～6という仕事がある。それぞれ、出退勤時間はあらかじめ決められている。

【勤務】…乗合班に所属する人間は、上図のような「3勤1休」の基本勤務シフトが組まれている。

## ②欠番・休暇申請・会議教育を反映

運行1週間前

No.	氏名	班	6/1	6/2	6/3	6/4	6/5	6/6	6/7	6/8	6/9	6/10	6/11	6/12	6/13	6/14
①	Aさん	乗合	1	2	3	公休	4	5	6	公休	1	2	3	公休	4	5
②	Bさん	乗合	2	3	公休	4	5	6	公休	1	2	3	公休	4	5	6
③	Cさん	乗合	3	公休	4	5	6	公休	1	2	3	公休	4	5	6	公休
④	Dさん	乗合	公休	4	5	6	公休	1	有休	3	公休	4	5	6	公休	1
⑤	Eさん	乗合	4	5	6	公休	1	2	3	公休	4	5	6	公休	1	2
⑥	Fさん	乗合	5	6	公休	1	2	3	公休	4	5	6	公休	1	2	3
⑦	Gさん	乗合	6	公休	1	2	3	公休	4	5	6	公休	1	2	3	公休
⑧	欠番	乗合	公休				公休			公休					公休	
未割当				1	2	3		4	2 ・ 5	6		1	2	3		4

6/1の時点で、1週間後の6/7の人工過不足状況を確認。

- ・④Dさんは2コースを運行する予定だったが、有休希望をしている。
- ・⑧欠番には実際には人がいないので、5コースは担当する人がいない。



6/7は、**2コース・5コースが未割当の状態**

### ③実際の勤務シフト確定

運行4日前

No.	氏名	班	6/1	6/2	6/3	6/4	6/5	6/6	6/7	6/8	6/9	6/10	6/11	6/12	6/13	6/14
①	Aさん	乗合	1	2	3	公休	4	5	6	公休	1	2	3	公休	4	5
②	Bさん	乗合	2	3	公休	4	5	6	2	1	2	3	公休	4	5	6
③	Cさん	乗合	3	公休	4	5	6	公休	1	2	3	公休	4	5	6	公休
④	Dさん	乗合	公休	4	5	6	公休	1	有休	3	公休	4	5	6	公休	1
⑤	Eさん	乗合	4	5	6	公休	1	2	5	公休	4	5	6	公休	1	2
⑥	Fさん	乗合	5	6	公休	1	2	3	3	4	5	6	公休	1	2	3
⑦	Gさん	乗合	6	公休	1	2	3	公休	4	5	6	公休	1	2	3	公休
⑧	欠番	乗合	公休				公休			公休					公休	
未割当				1	2	3		4		6		1	2	3		4

6/3の時点で、4日後の6/7の勤務シフトを最終決定

- ・2コースはBさんに対して、公休出勤を依頼する。
- ・5コースは勤務間インターバルを考慮して、Eさんと勤務を入れ替えたうえでFさんに公休出勤を依頼する。

# 従前の作成方法の問題点

運転手

- ・勤務の見通しが立ちにくい。
- ・毎日のように公休出勤や振出/振休を依頼される
- ・人のいい人物ばかりが、公休出勤を依頼されてしまう

管理者

- ・自転車操業的に勤務シフトをする手間と心理的負担
- ・変更について、実際には他にも考慮すべき制約が多数

(例)

- ・36協定や改善基準
- ・勤務間インターバル
- ・連続出勤日数
- ・他の業務(貸切など)
- ・運転手ごとの能力
- ・出勤場所の配慮

運転手の離職原因や管理者不足の一因になってしまっている

遠州鉄道株式会社について

バス運転者の勤務シフト作成における課題

数理最適化による勤務シフト自動作成

改善効果

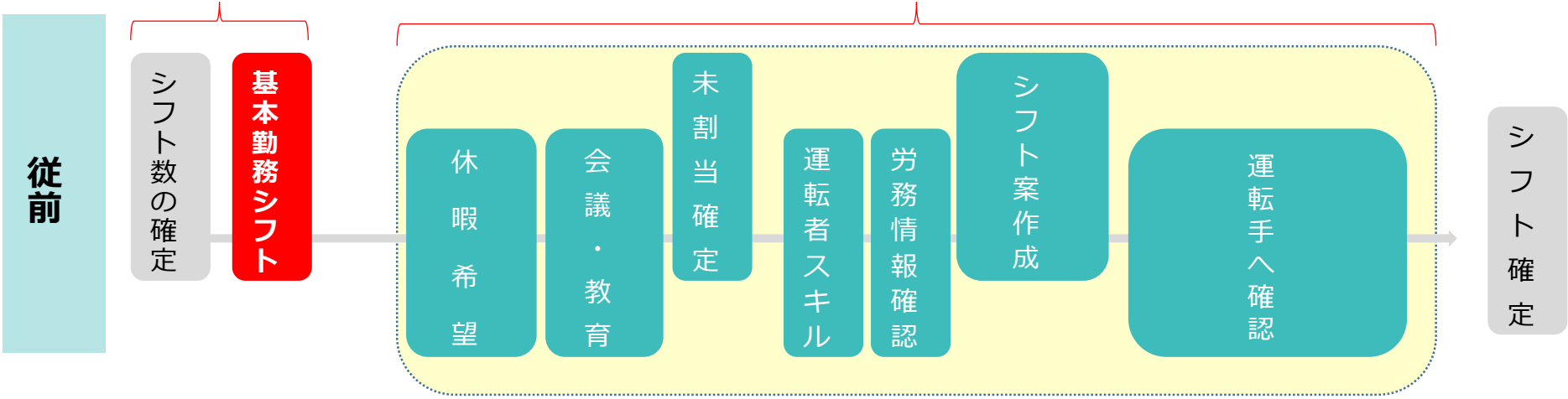
まとめ



# 勤務シフト自動作成の構想

前月下旬・月1回実施

運行4日前・毎日実施

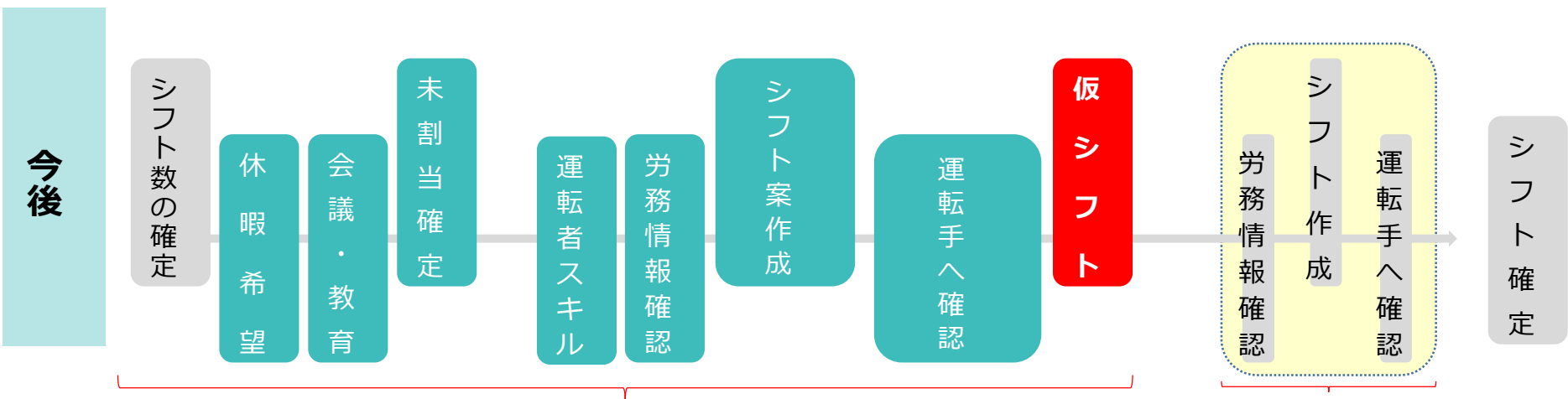


## 【基本勤務シフト表】

- ・3勤1休のみのシフト表

## 【運行4日前】

- ・実際の未割当状況を把握
- ・公出/振出振休/シフト変更



前月下旬・月1回実施

運行4日前・毎日実施

## 【仮シフト表】

- ・休暇希望や予定を反映
- ・公休出勤や振出振休を予め反映したシフト表

## 【運行4日前】

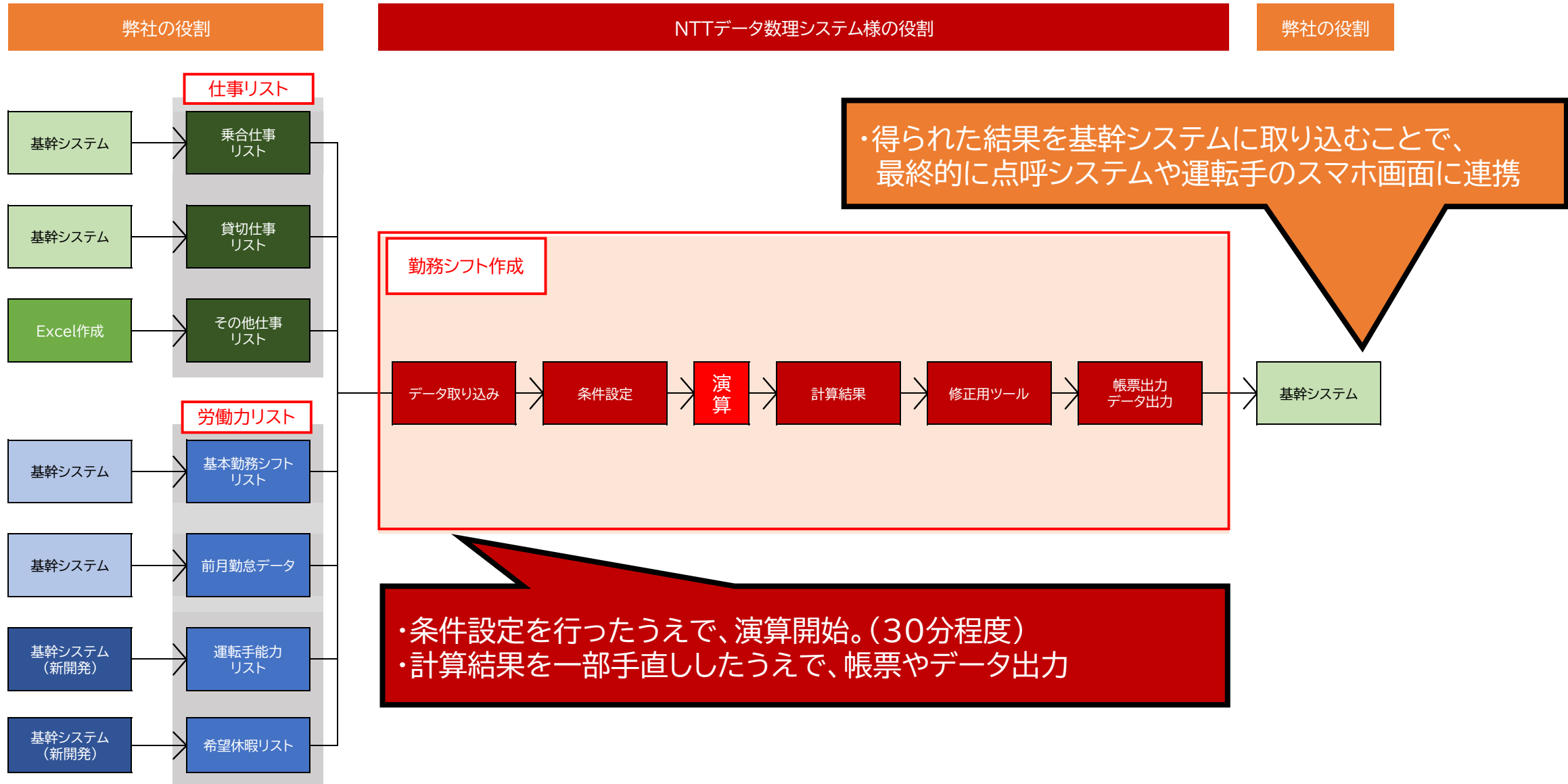
- ・突発事項のみ対処

前月末に提示するシフト表の精度を向上によって、その後の4日前シフト割付負担を軽減



# システム化の検討

複雑な条件を全て網羅して1ヶ月分のシフト表を作成するにはICT技術が不可欠



# 演算における条件づけ

## 基本的なルール

- 各日の仕事に対して、運転手1名を割り当てる。
- 基本勤務シフトである「3勤1休」を前提とする。
- 各運転者の「休日休暇希望」を反映させる
- 割り当てる際は、各運転者の勤務可能な仕事のみ適用する。
- 各運転手に対して、公休出勤、振出振休を適用し、休みの数をできるだけ公平にする。

## ハード制約(必ず守る)

- 拘束時間/ハンドル時間の上限
- 改善基準/法定休日
- 勤務間インターバル
- 連続出勤

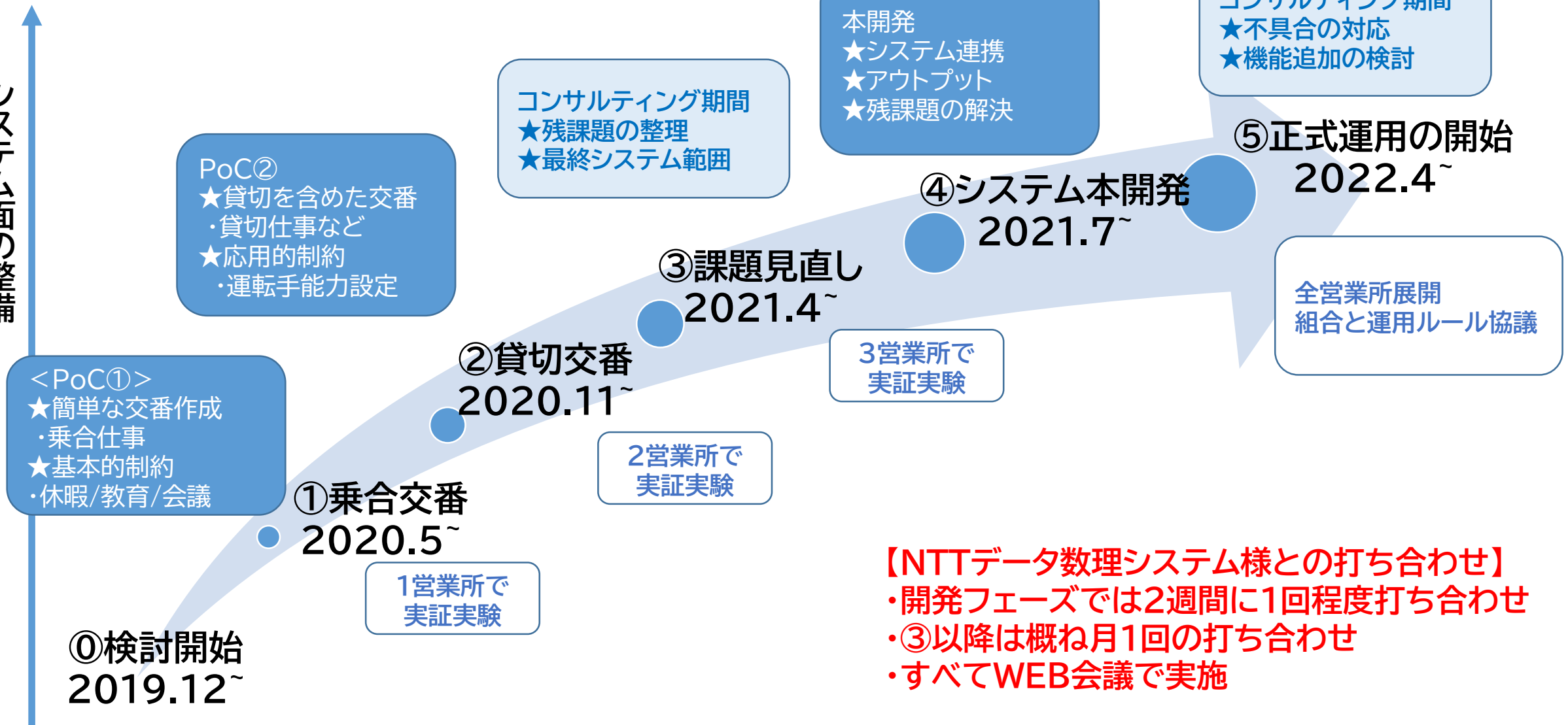
## ソフト制約(できるだけ守る)

- “できるだけ”未割当を埋める
- “できるだけ”変更をしない
- “できるだけ”前の勤務と●時間空ける
- “できるだけ”連続出勤を●日に抑える
- 連続した4日間の合計勤務時間は●時間まで

PoCを複数回実施。効果検証をしながら、演算条件を順次追加

# 全体のスケジュール

システム面の整備



①検討開始  
2019.12~

【NTTデータ数理システム様との打ち合わせ】  
・開発フェーズでは2週間に1回程度打ち合わせ  
・③以降は概ね月1回の打ち合わせ  
・すべてWEB会議で実施

運営面の整備

# 成果物① 基本勤務シフトの状態

氏名コード	氏名	3/1	3/2	3/3	3/4	3/5	3/6	3/7	3/8	3/9	3/10	3/11	3/12	3/13	3/14	3/15	3/16	3/17	3/18	3/19	3/20	3/21	3/22	3/23	3/24	3/25	3/26	3/27	3/28	3/29	3/30	3/31
		水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金
93958		51	52	53	C	54	55	56	C	57	58	59	C	60	61	62	C	63	64	65	C	66	67	68	C	69	70	71	C	72	73	74
93958		A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A
93958																																
93958																																
93958																																
93958																																
136076		52	53	C	54	55	56	C	57	58	59	C	60	61	62	C	63	64	65	C	66	67	68	C	69	70	71	C	72	73	74	C
136076		A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C
136076																																
136076																																
136076																																
136076																																
126741		53	C	54	55	56	C	57	58	59	C	60	61	62	C	63	64	65	C	66	67	68	C	69	70	71	C	72	73	74	C	75
126741		A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A
126741																																
126741																																
126741																																
126741																																

- ・運転者情報(氏名、基本勤務シフト、前月勤怠情報、運転手の能力)を取り込んだ状態。
- ・3勤1休の基本勤務シフトのみが表示されている。
- ・従前は前月末段階で、この勤務シフト表を運転手に渡していた。

# 成果物② 休暇希望や会議を反映

氏名コード	氏名	3/1	3/2	3/3	3/4	3/5	3/6	3/7	3/8	3/9	3/10	3/11	3/12	3/13	3/14	3/15	3/16	3/17	3/18	3/19	3/20	3/21	3/22	3/23	3/24	3/25	3/26	3/27	3/28	3/29	3/30	3/31	
		水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	
93958		51	52	53	C	54	55	56	C	57	58	59	C	60	61	62	C	63	64	65	C	66	67	68	C	69	70	71	C	72	73	74	
93958		A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	
93958																																	
93958	有休指定											有休指定	日休	日休	日休						休日休暇				休日休暇								
93958	休日休暇											休日休暇	日休	日休	日休						休日休暇				休日休暇								
93958																																	
136076		52	53	C	54	55	56	C	57	58	59	C	60	61	62	C	63	64	65	C	66	67	68	C	69	70	71	C	72	73	74	C	
136076		A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	
136076																																	
136076					休日休暇	日休	日休		固定設定	有休指定	固定設定			固定設定					固定設定	日休	日休												
136076					休日休暇	日休	日休		固定設定	日休	固定設定			固定設定					固定設定	日休	日休												
136076									1		1			1					1														
126741		53	C	54	55	56	C	57	58	59	C	60	61	62	C	63	64	65	C	66	67	68	C	69	70	71	C	72	73	74	C	75	
126741		A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	
126741																																	
126741	休日休暇					休日休暇										泊り	非番			固定設定	班長教育	日休	日休										
126741	休日休暇					休日休暇										出勤扱い	出勤扱い			固定設定	出勤扱い	日休	日休										
126741																				1													

- ・運転手の希望(休暇希望、有休希望、予定勤務どおり希望)を反映
- ・会議や教育日程を反映

# 成果物③ 演算後の計算結果

変番数	461	3/1	3/2	3/3	3/4	3/5	3/6	3/7	3/8	3/9	3/10	3/11	3/12	3/13	3/14	3/15	3/16	3/17	3/18	3/19	3/20	3/21	3/22	3/23	3/24	3/25	3/26	3/27	3/28	3/29	3/30	3/31	
氏名	氏名	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	
93958	細江 (三方原)	51	52	53	C	54	55	56	C	57	58	59	C	60	61	62	C	63	64	65	C	66	67	68	C	69	70	71	C	72	73	74	
貸	細江 (三方原)	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	
	4																																
拘束時間1	232:38	有休指定										有休指定	休日休暇	有休指定							休日休暇				休日休暇								
ハンドル時間1	143:42	休日休暇										休日休暇	休日休暇	休日休暇							休日休暇				休日休暇								
法定休日数1	5	0:00	15:46	13:14	0:00	8:53	10:54	10:06	18:24	11:03	17:18	0:00	0:00	0:00	0:00	12:18	0:00	8:26	10:56	14:00	0:00	17:35	12:04	12:32	0:00	20:11	13:45	14:37	11:15	13:58	11:23	11:30	
拘束時間2	223:29	休	52	53	休	54	55	56	72	57	58	休	休	休	61	62	休	63	64	65	休	66	67	68	休	69	空港バス	55	空港バス	72	73	74	
ハンドル時間2	136:39	F	A	A	C	A	A	A	B	A	A	F	C	F	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	B	A	A	A	
法定休日数2	5	変更							変更			変更		変更												変更	変更	変更					
136076	細江 (三方原)	52	53	C	54	55	56	C	57	58	59	C	60	61	62	C	63	64	65	C	66	67	68	C	69	70	71	C	72	73	74	C	
貸	細江 (三方原)	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	
	0																																
拘束時間1	206:03				休日休暇	休日休暇			固定設定	有休指定	固定設定									固定設定	休日休暇												
ハンドル時間1	125:31				休日休暇	休日休暇			固定設定	休日休暇	固定設定									固定設定	休日休暇												
法定休日数1	5	0:00	13:14	0:00	0:00	0:00	0:00	17:20	18:16	0:00	17:17	0:00	18:30	18:43	12:18	0:00	8:26	10:33	11:54	0:00	17:36	11:12	12:39	17:21	20:02	15:07	10:29	0:00	8:41	11:23	11:30	17:38	
拘束時間2	203:17	52	53	休	休	休	56	65	57	休	59	休	60	61	62	休	63	64	65	休	66	67	68	56	69	70	71	休	72	73	74	58	
ハンドル時間2	124:31	A	A	C	F	T	A	Z	A	F	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	B	A	A	A	C	A	A	A	B	
法定休日数2	6				変更	変更		変更		変更													変更									変更	
126741	細江 (三方原)	53	C	54	55	56	C	57	58	59	C	60	61	62	C	63	64	65	C	66	67	68	C	69	70	71	C	72	73	74	C	75	
貸	細江 (三方原)	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	
	1																																
拘束時間1	207:57	休日休暇				休日休暇									泊り	非番				固定設定	班長教育	休日休暇	休日休暇										
ハンドル時間1	127:35	休日休暇				休日休暇									出勤扱い	出勤扱い				固定設定	出勤扱い	休日休暇	休日休暇										
法定休日数1	6	0:00	12:03	9:55	11:09	0:00	0:00	0:00	17:18	10:55	16:26	11:22	14:02	13:27	0:00	10:58	15:00	11:01	17:49	16:03	16:24	0:00	0:00	0:00	17:26	10:29	0:00	8:41	11:23	11:30	17:36	10:47	
拘束時間2	246:17	休	51	54	55	休	休	57	58	59	日勤	60	61	62	休	泊り	非番	65	59	66	班長教育	休	休	69	70	71	休	72	73	74	日勤	75	
ハンドル時間2	118:51	T	Z	A	A	F	C	A	A	A	B	A	A	A	C	A	A	A	Z	A	A	T	C	A	A	A	C	A	A	A	B	A	
法定休日数2	5	変更	変更			変更					変更					変更	変更		変更		変更	変更									変更		

・現在運転手に渡している勤務シフト表。休暇希望等を反映したうえで、公出や振出振休、変更をシステムが割り当て



遠州鉄道株式会社について

バス運転者の勤務シフト作成における課題

数理最適化による勤務シフト自動作成

改善効果

まとめ



# 旅客自動車運送事業のためのデジタル化の手引き

ー生産性向上や働き方改革、利用者サービス向上を目指してー

生産性向上や働き方改革、利用者サービス向上の実現には、  
デジタル機器等の活用が効果的です  
このデジタル化の手引きは、デジタル機器等の基礎知識から  
業務実態に合った活用法まで事例を含めて解説します



令和4年3月 国土交通省

## 7. 乗務シフト自動作成システム (遠州鉄道株式会社の事例)

事業区分	乗合バス
主な営業エリア	静岡県浜松市
保有車両数	約300台

**ポイント** 新システムの導入により影響を受ける業務の範囲が広い場合は、一度にすべてを変えようとせず、事業規模や事業区分に合わせて段階的に導入を進めていくことが、成功のカギとなります。

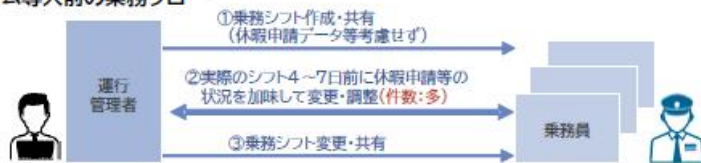
### (1) 導入の背景・目的

- コロナ禍や人口減少の影響によって乗合バス事業の売上は減少傾向であり、コスト圧縮を図るため、営業所の統合を進めることとなりました。
- 営業所の統合に伴い、1営業所における乗務員数が増えたことから、乗務員のシフト作成・変更にかかる運行管理者の負担が大きくなり、課題となっていました。
- 従来の乗務シフト作成では、乗務員からの休暇申請を受付するのみで、代わりの乗務員を探すことまではしていませんでした。そのため運行日の数日前になってから頻繁にシフト変更等が発生しており、より完成度の高いシフトを作成する仕組みが必要と考えました。
- そこで、より完成度の高い乗務シフトを作成できるシステムの導入の検討を開始し、乗務シフトの作成・変更にかかる運行管理者の負担を下げる取り組みを行いました。

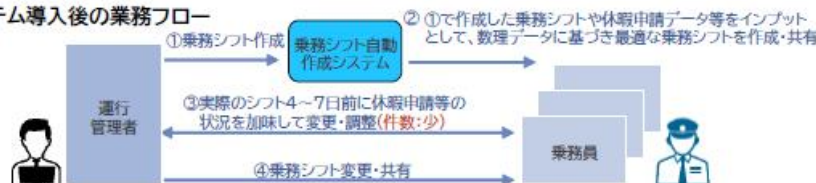
### (2) 導入したデジタル機器・適用業務

- 乗務員データ(乗務可能なバスの種類、支援可能な営業所の種類等)や休暇申請データをインプット情報とし、最適な乗務シフトを自動作成するシステムの導入を行いました。
- 自社独自のシフト作成ルール等を反映する必要があるため、システム提供会社と共同で専用システムを構築しました。

#### 本システム導入前の業務フロー



#### 本システム導入後の業務フロー



### (3) 導入スケジュール

- 2019年12月 ICT推進課(経営企画内のデジタル化推進部署)へ相談
- 2020年2~3月 第一回開発検証
- 2020年5月~現在 営業所でのシステム運用にかかる実証実験(乗合バス事業のみの営業所から段階的に開始)
- 2022年4月予定 全営業所でシステムを利用開始

【システム導入前の交番表(修正が多く発生)】

日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13

手書き部分は  
全て修正箇所

### (4) 導入の結果(見込み)

- **運行管理者の負荷軽減**  
乗務員データや休暇申請データを反映した1カ月分の乗務シフトが自動作成されることで、乗務シフトの変更回数が減り、運行管理者が乗務員に対して交番変更を依頼する時間的・心理的な負荷が軽減されました。新システム導入前は、乗務シフトの数日前に40%程度のシフト変更がありましたが、今後は10%程度の変更にとどまる見込みです。
- **乗務員のプライベートの予定の立てづらさを改善**  
シフト変更の回数が減少したことで、乗務員が先々の乗務予定を把握しやすくなったため、プライベートの予定を立てやすくなりました。
- **各営業所の繁忙感の見える化**  
新システムでは営業所ごとの業務量を可視化することで、次月どの営業所がどの程度忙しくなる予定か、どの程度の人不足が予定されているかを把握できるようになり、営業所間の応援人数調整がスムーズに行えるようになりました。

#### 本システム導入によって緩和された主な負荷(運行管理者・乗務員)



### (5) 成功要因

- 乗務員の数が多く乗合バス事業・貸切バス事業を兼業しているため、今回の新システムの導入は影響を受ける業務の範囲も広く、難易度が高いものでした。しかし、乗合バス事業のみの限られた営業所から試験的に導入し、徐々に対象の営業所を拡大しながら導入を進めることで、全営業所でのシステム導入までたどり着くことができました。

### (6) 今後の取り組み

- 2022年4月から全営業所でのシステムの利用開始を予定しています。
- より完成度の高い乗務シフトの自動作成を目指すため、シフト作成における条件(乗務員の負荷が高い運行コースが連続することを防ぐ等)を増やすことを予定しています。

【シフトの作成を行っている風景】





遠州鉄道株式会社について

バス運転者の勤務シフト作成における課題

数理最適化による勤務シフト自動作成

改善効果

まとめ



## まとめ・当社の気づき

**【機能】複雑な条件下でも短時間で最適解を得られる**

当社の場合、シフト作成者の業務負担軽減+@の効果

**【スケジュール】まずは小規模で始め、効果検証をしながら本開発へ**

当社の場合…数理最適化の概要を知るところからのスタート

**【担当者】問題となっている業務への理解力が高い**

当社の複雑なルールや要望をかみ砕いて理解し実現する能力があると感じた