

# トンネル内照度レベル変化に伴うドライバーの運転挙動に関する研究

A Study on the Driver Behavior in the Different Levels of Lighting within a Tunnel

庄 司 知 指導教授 越 正 毅

## 1 研究の背景と目的

高速道路単路部で発生する渋滞箇所の一つにトンネル部が挙げられる。暗く閉鎖的な空間であるトンネル部に進入する際、ドライバーは心理的圧迫感から無意識のうちにアクセルを緩めたり、ブレーキを踏むことによって速度が低下し、交通容量が低下するために渋滞が発生している。特に、昼間はトンネル内外の照度差が大きく、昼間の野外輝度に順応したドライバーにとってトンネル内は暗黒に見え、速度低下を引き起こす要因になっている。

2000年10月に東名高速道路大和トンネルでは、昼間のトンネル内外の照度差を小さくするため、照明が低圧ナトリウム灯から蛍光灯へ変更された。

本研究では、照明交換前後に走行実験を行い、トンネル内外の照度差がドライバーの運転挙動にどのような影響を与えているかを検証する。

## 2 走行実験

実験区間は東名高速道路上下線、大和トンネルを含む1 kmの区間(24kp ~ 25kp)とした。

実験方法は、10人の被験者(大学生)に実験意図を知らせず、車間距離、速度、アクセル開度を計測することができる試験車両の運転を依頼して、実験区間で一般車を追従する走行を行った。

事前実験では昼間、薄暮、夜間の時間帯に分けて走行実験を行った。天候は晴れ、トンネル内の設定照度レベルは事前晴天であった。各時間帯におけるトンネル内の路面輝度を図-1に示す。

事後実験では事後晴天、曇天1、曇天2の各照度レベル別に分けて、昼間に走行実験を行った。各照度レベルにおける設定照度を表-1に示す。

表-1 各照度レベルにおける設定照度

(単位: cd/m<sup>2</sup>)

	野外輝度	入口部照明			基本照明
		境界部	移行部	緩和部	
事前晴天	3,000 ~	100	57 ~ 92	37 ~ 49	9.0
事後晴天	3,000 ~	160	60 ~ 77	34 ~ 45	9.5 ~ 9.6
事後曇天1	1,500 ~ 2,250	82	30 ~ 40	24 ~ 26	9.5 ~ 9.6
事後曇天2	750 ~ 1,500	46	17 ~ 22	13.5	9.5 ~ 9.6

## 3 事前実験結果

上下線別に各時間帯における平均速度、フローレート変動率をそれぞれ図-2 ~ 図-5に示す。

### (1) 上り線

上り線では昼間、薄暮、夜間ともに、トンネル入口前で速度は低下し、トンネル内でわずかに上昇するものの、出口付近で再び低下するという速度の変動パターンに違いは見られなかった。

トンネル内でフローレートが昼間は約5%、夜間は約7%低下していたことから、大和トンネル上り線ではボトルネックになる可能性があると考えられる。

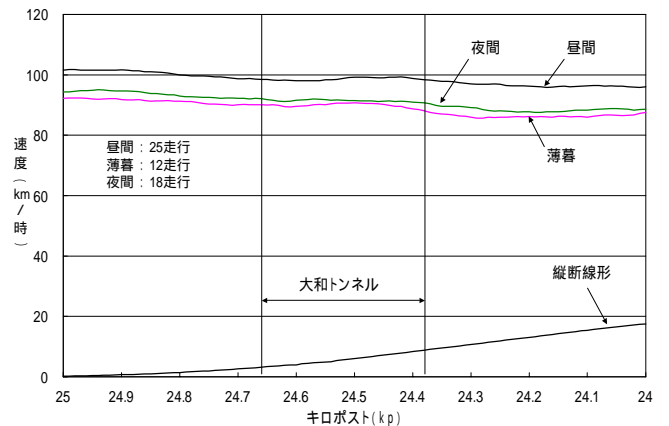


図-2 平均速度(事前:上り)

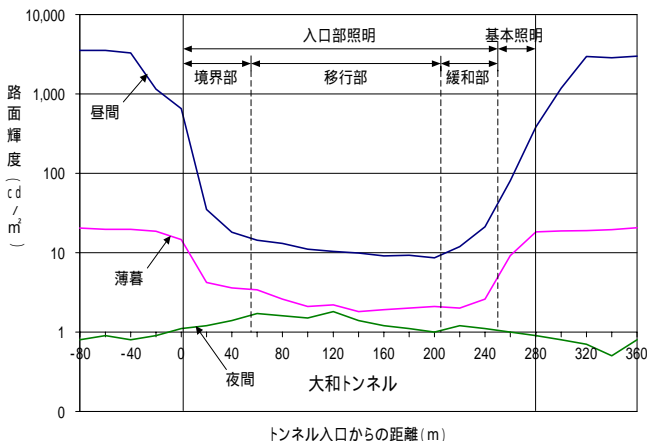


図-1 各時間帯における路面輝度

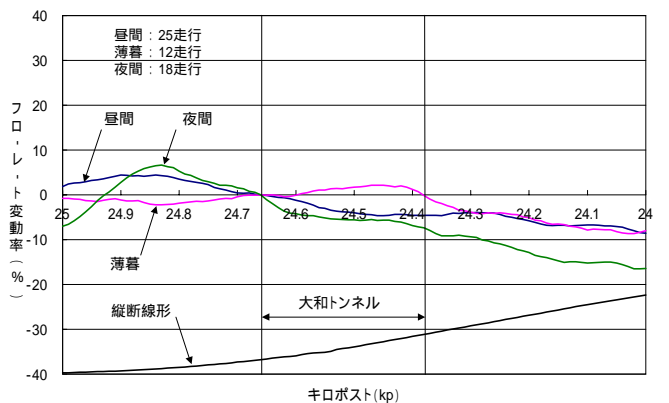


図-3 フローレート変動率(事前:上り)

## (2) 下り線

下り線では昼間、薄暮、夜間ともに、トンネル出口付近まで速度は上昇し、その後は低下するという速度変動パターンに違いは見られなかった。

また、昼間、薄暮、夜間ともに、トンネル内でフローレートは上昇していたことから、大和トンネル下り線ではボトルネックになる可能性はないと考えられる。

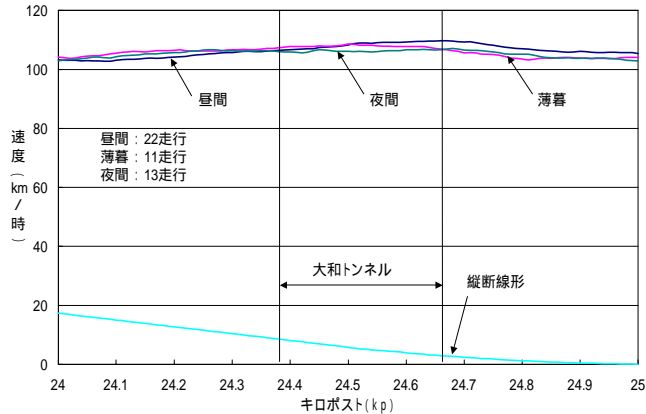


図 - 4 平均速度(事前:下り)

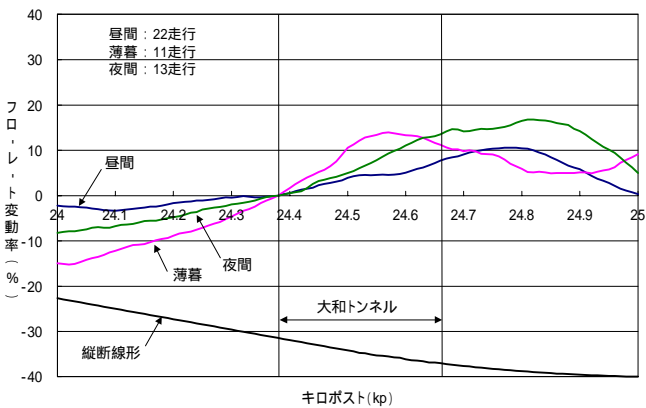


図 - 5 フローレート変動率(事前:下り)

## (3) まとめ

事前実験結果より、大和トンネルでは上下線ともに、各時間帯で速度変動パターンに違いは見られなかったことから、トンネル内外の照度差がドライバーの運転挙動に与える影響は少ないと考えられる。

## 4 事後実験結果

上下線別に事後の各照度レベルと事前晴天の平均速度、フローレート変動率を図 - 6 ~ 図 - 9 に示す。

### (1) 上り線

上り線では事後晴天、曇天1、曇天2ともに、トンネル入口手前で速度はやや低下し、トンネル内はほぼ一定、トンネル通過後は再度低下するという速度変動パターンに違いは見られなかった。

トンネル内で曇天1はフローレートが約5%低下していたことから、大和トンネル上り線ではボトルネックになる可能性があると考えられる。

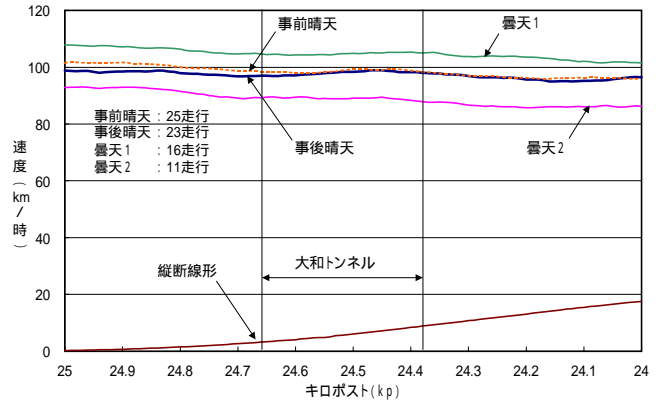


図 - 6 平均速度(事後:上り)

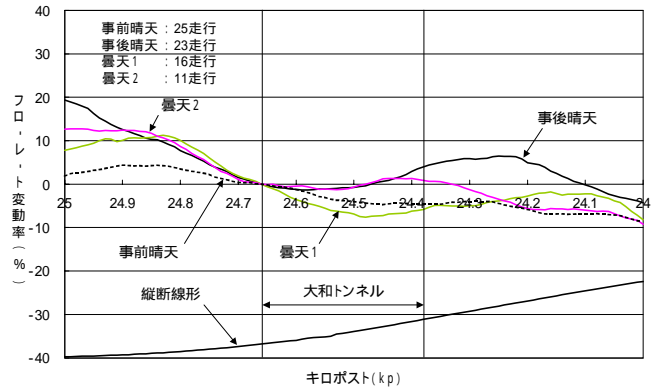


図 - 7 フローレート変動率(事後:上り)

### (2) 下り線

下り線では事後晴天、曇天1、曇天2ともに、トンネル出口付近まで速度は上昇し、その後は低下するという速

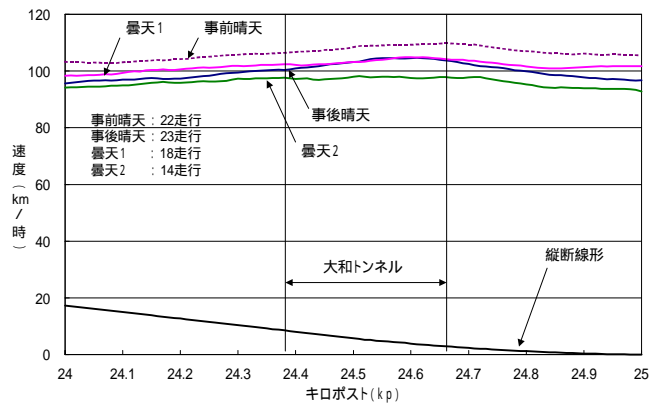


図 - 8 平均速度(事後:下り)

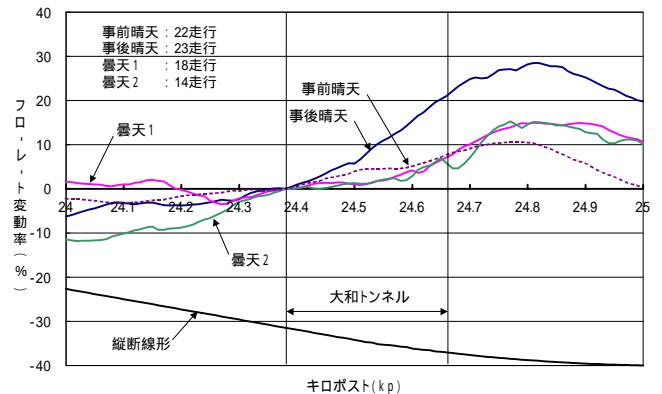


図 - 9 フローレート変動率(事後:下り)

度変動パターンに違いは見られなかった。

また、事後晴天、曇天1、曇天2ともに、トンネル内でフローレートは大きく上昇していたことから、大和トンネル下り線ではボトルネックになる可能性はないと考えられる。

(3) まとめ

事後実験結果より、大和トンネルでは上下線ともに、各照度レベルで速度変動パターンに違いは見られなかったことから、トンネル内外の照度差がドライバーの運転挙動に与える影響は小さいと考えられる。

### 5 事前事後比較

(1) 上り線

上り線では図-6より、事前晴天、事後晴天ともに、トンネル入口手前まで速度は低下し、トンネル内はほぼ一定、トンネル通過後は再度低下するという速度変動パターンに違いは見られなかった。図-7より、フローレートはトンネル内で事前晴天では約5%低下していたのに対し、事後晴天では約4%上昇していた。

(2) 下り線

下り線では図-8より、事前晴天、事後晴天ともに、トンネル出口付近まで速度は上昇し、その後は低下するという速度変動パターンに違いが見られなかった。図-9より、事前晴天、事後晴天ともにトンネル内でフローレートは上昇していた。特に事後晴天はトンネル内で大きく上昇していた。

(3) まとめ

事前事後比較より、大和トンネル上下線では、事前よりも事後の方が、トンネル内で0フローレートが上昇していたことから、照明交換の効果は多少あったと考えられる。また、速度変動パターンに違いは見られなかったことから、トンネル内外の照度差がドライバーの運転挙動に与える影響は小さいと考えられる。

### 6 ドライバー挙動のパターン分類

これまでの解析より、大和トンネルではトンネル内外の照度差がドライバーの運転挙動に影響していないことがわかったが、上り線ではボトルネックになる可能性がある。ここでは、ドライバー毎の運転挙動に着目し、照度レベルを考慮に入れず、車間距離を一定に保っているドライバー(敏感型)とそれ以外のドライバー(鈍感型)に分けて解析を行った。ドライバー分類を表-2に示す。

表-2 ドライバー分類

		(単位:走行)										
ドライバー		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	合計
上り線	事後晴天	6	7	4	4			2				23
	曇天1					6			4	6		16
	曇天2						7				4	11
	ドライバー分類	敏感型 34(6人)						鈍感型 16(4人)				-
下り線	事後晴天	4	8	3	4			4				23
	曇天1					6			5	7		18
	曇天2						6				8	14
	ドライバー分類	敏感型 31(6人)						鈍感型 24(4人)				-

また、上下線別に敏感型、鈍感型の車間距離変動値、フローレート変動率を図-10~図-17に示す。

(1) 上り線

図-10より、敏感型の車間距離はほぼ一定で、標準偏差も低い値であるのに対し、鈍感型の車間距離は広がる傾向であり、標準偏差の値も高く、ばらつきが大きい。

図-11より、敏感型はトンネル入口までフローレートは低下し、その後はほぼ一定であった。鈍感型は実験区間で低下し続けていた。鈍感型のフローレート低下率はトンネル出口付近で約5%低下していたことから、渋滞する可能性があるといえる。

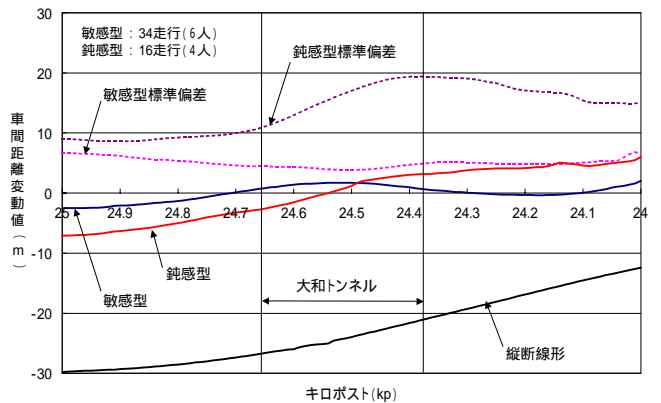


図-10 敏感、鈍感型車間距離変動値(上り)

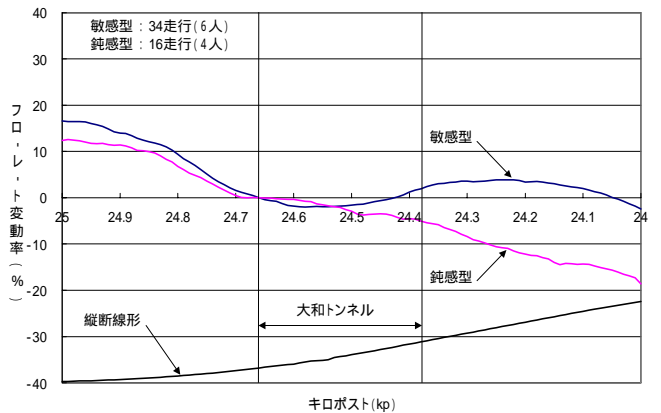


図-11 敏感、鈍感型フローレート変動値(上り)

(2) 下り線

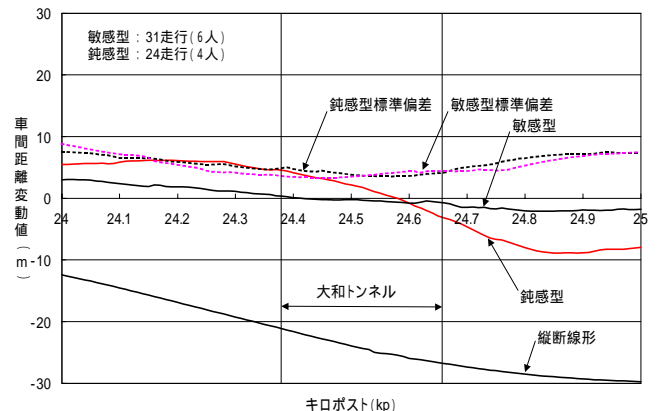


図-12 敏感、鈍感型車間距離変動値(下り)

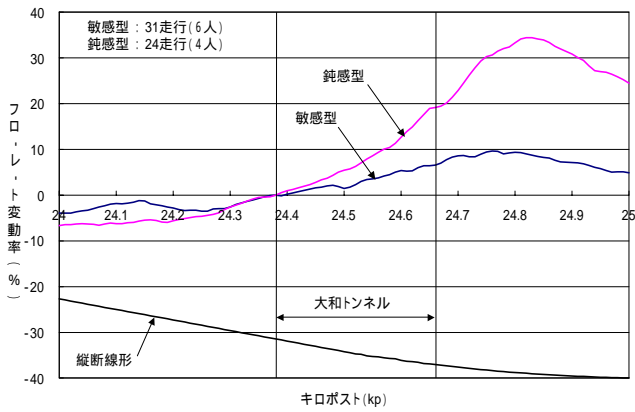


図 - 13 敏感、鈍感型車間距離変動値(下り)

図 - 12より、敏感型の車間距離はわずかに縮まっているが、鈍感型の車間距離はトンネル入口付近から大きく低下しており、標準偏差も高く、ばらつきが見られた。

図 - 13より、敏感型、鈍感型ともにフローレートは上昇しており、渋滞する可能性はないといえる。

### (3) 過去の研究

過去に研究された横浜横須賀道路の日野1サグ(渋滞しにくいサグ)、日野2サグ(渋滞しやすいサグ)について、敏感型、鈍感型に分類し、比較、検証を行った。日野1サグ、日野2サグの敏感型、鈍感型の車間距離変動値、フローレート変動率を図 - 14 ~ 図 - 17に示す。

日野1サグでは図 - 15より、敏感型のフローレートは

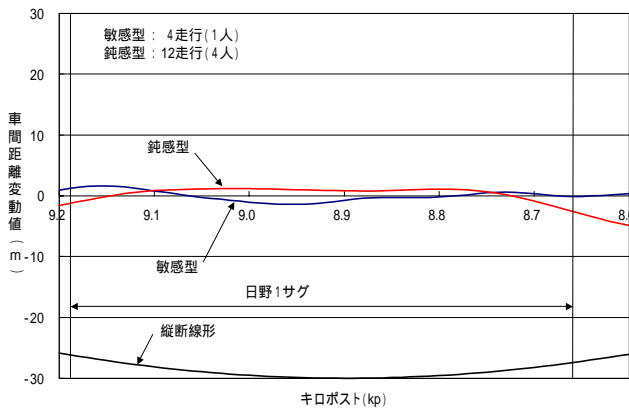


図 - 14 敏感、鈍感型車間距離変動値(日野1)

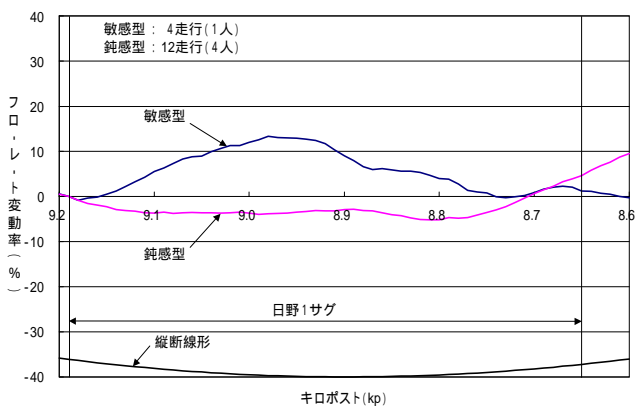


図 - 15 敏感、鈍感型フローレート変動率(日野1)

サグ部において上昇していたのに対し、鈍感型はやや低下していた。鈍感型のフローレート低下率は約3%であり、渋滞しにくいと考えられる。

日野2サグでは図 - 17より、敏感型のフローレートはサグ部においてほぼ一定であったのに対し、鈍感型は大きく低下していた。鈍感型のフローレート低下率は8.3kp付近で約10%、8.0kp付近で約20%低下していたことから、渋滞しやすいと考えられる。

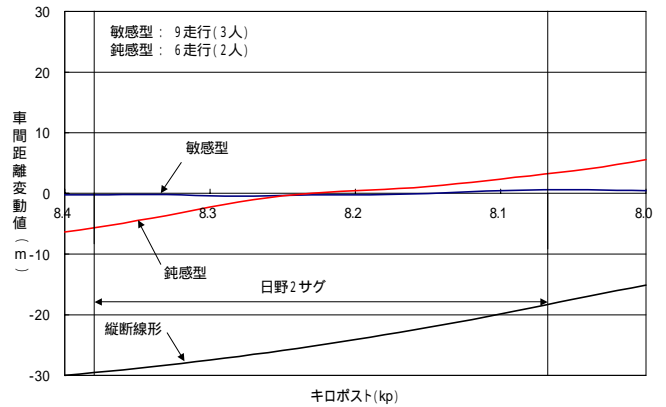


図 - 16 敏感、鈍感型車間距離変動値(日野2)

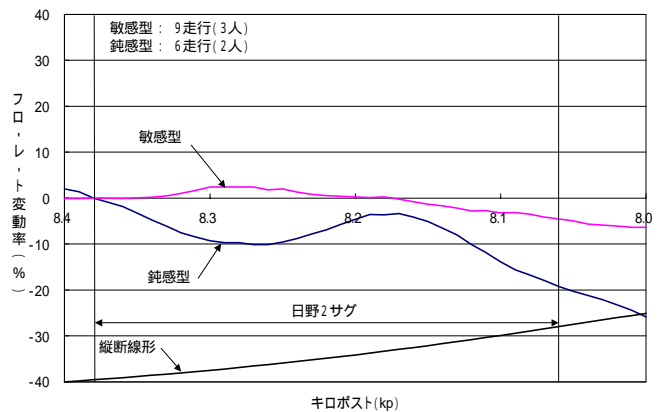


図 - 17 敏感、鈍感型フローレート変動率(日野2)

### (4) まとめ

渋滞が発生しやすいサグでは、鈍感型のフローレートが低下し、渋滞を発生させる起因車になることがわかった。

## 7 結論と今後の課題

今回の走行実験から、大和トンネルではトンネル内外の照度差がドライバーの運転挙動に与える影響は少ないことがわかった。また、これまでの解析から、ドライバーの運転挙動には大きな個人差があり、少数のドライバーによる走行実験の結果の分析だけでは必ずしも正しい交通現象を把握することができないことが実証された。今後、走行実験を行う際は、事前に実験対象の交通状況を把握し、ドライバーの条件等を十分に考慮する必要がある。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、走行実験にご協力頂いた日本道路公団東京管理局の方々に感謝いたします。