

環境と測定技術

ISSN 0285-3051

No. **8**

Vol.52、2025年



技術報文

東京電力福島第一原子力発電所における廃棄物対策の現状と課題

放射能に汚染した焼却灰の高濃縮減容化を目指した吸着処理技術の要点

ケイ素化合物を用いたリン酸のエステル化反応：下水汚泥焼却灰のケミカルリサイクル技術

AIカメラによる断面・交差点交通量調査の実証試験

**技術報文～環境行政の取組みについて～
北海道の環境行政の取組みについて**

Environment and
Measurement technology



一般社団法人 日本環境測定分析協会
Japan Environmental Measurement and Chemical Analysis Association

AI カメラによる断面・交差点交通量調査の実証試験

ムラタ計測器サービス株式会社

福山哲司, 倉橋央翁, 福池 晃

1. はじめに

環境影響評価を行う際に自動車交通量のデータは、大気汚染の発生源予測や道路交通騒音における環境負荷量を示すのに用いられる¹⁾。従来の調査では、調査対象とした道路上に設定した地点を通過した車両に対して、調査員が目視で小型車（普通乗用車等）と大型車（バス等）を判定して計数する方法（以下、人手観測）が採用されている²⁾。しかし、この人手観測は、長時間（12～24時間）かつ多地点で行われることから²⁾、調査員の確保、拘束時間、人為的ミスの発生等の諸問題や少子高齢化による人手不足の問題が挙げられ、作業の省力化や効率化がもとめられている。一方で、近年ではDX推進を背景にICT（情報通信技術）の進展による効率的なビッグデータの収集が可能となったことから、交通量の自動化の可能性に焦点が当たった。

国土交通省は「ICTを活用した新道路交通調査体系検討会」を設立し、これまで約5年に1回実施してきた道路交通センサスを主体とした調査体系から、ICTを活用した常時観測を基本とする平常時・災害時を問わない「新たな交通調査体系」の構築を目指している。その結果、2020年度の交通量調査の方針として、原則目視による人手観測を廃止、ビデオ観測や道路管理用監視カメラ（CCTV）映像から人工知能（AI）を活用した画像認識による解析などに置き換える方針を示した³⁾。実際に、各地方整備局が広範規模でAIカメラを設置しデータ収集を行い^{4), 5)}、全国的に常時観測カメラ網の整備が進行している。この取組には、交通量常時観測装置や簡易型トラカンを用いた「機械観測」の導入も挙げられ、一部の直轄国道（約5割）やほぼ全ての高速道路ではこの方法が主流であり、その推進を呼びかけている⁶⁾。しかし、道路法上の分類に基づく市町村道の供用延長は全国の約84%を占めていることから、この常設カメラによる常時観測設備がない道が多く存在する。しかし、新規或いは随時調査を行う際、測定機械の設置ならびに撤去に交通規制が必要であるため、人員が乏しい背景にもかかわらず新たに配備する人員確保の課題が浮上する。加えて、測定機械の多くは単路部の高所に設置

されており、市町村道に設置するには場所的制約と設置する高さといった設置条件が厳しい課題もある。そのため、地方での交通量調査は主流に反して未だに人手観測で行われ、約6割と見積もられている^{6), 7)}。つまり、機械観測やAIによる観測を推進して、各市町村での交通量調査を満遍なく実施するには、移設と設置が容易かつ簡便なシステムが必要不可欠である。

こうした課題背景から本システムの開発と運用には高い価値が見込まれており、多くの調査会社や開発企業にてシステムの開発が活発に行われている。その結果、いくつかの技術報告では観測精度が90%以上と維持できていることが報告されている。一方で、未検出車両や同じ車両を複数回撮影（ダブルカウント）する⁸⁾、車線別（上下線別）車種別交通量の精度検証⁹⁾、低位置観測のため対向車の遮蔽が原因の未検知¹⁰⁾と課題はあるものの、1つずつ確実に改善されていき、実用化を目指している。また、AIを用いた交通量計測技術を開発している企業6社に行った動向調査結果¹¹⁾より、夜間計測による精度低下、ハレーション（日没後、ヘッドライトのフレア）・オクルージョン（手前にある物体が後ろにある物体を隠す状態）の影響があることが報告されている。いずれの既往研究^{8)~10)}でも日中での検証結果であるため、夜間精度等の状況が不明である。また、これらの報告例は全て断面交通量にかかわることであり、交差点に関する知見が乏しいのも現状である。

交差点では交通量は特に多く、車両の排気による大気汚染、騒音の問題が深刻化する可能性もあるため、そのデータは環境への影響を評価するのに必要不可欠である。前述した通り交通量調査は今後人手不足やコストの課題により衰退する恐れがある。適切に環境影響評価を行うためにも正確な交通量データの取得が不可欠である。したがって、AI等の技術による交通量調査の開発と普及が求められ、その知見の蓄積とさらなる発展が必要である。そこで本稿ではAI交通量観測の実用化に向けて、現時点での最新技術の観測精度の検証と課題を抽出するために実証試験を行い、得られた結果を報告する。

2. 方法

2.1 使用測器

実証試験には、セフテック株式会社製の「トラカメ」を用いた（図1）。本測器には鋼製架台、制御ボックス、ブロー製看板、支柱およびカメラがパッケージされている（総重量約45 kg）。現地で組立・設置後、電源を入れると直ちに録画（リアルタイム録画）と同時にクラウドサーバー（Safie：セーフイー株式会社）に保存される。保存された録画ファイルを映像解析システム（Scorer Cloud Traffic Counter：株式会社フューチャースタANDARD）にアップロードし、画面上で計測線を設定することでAIによる交通量測定が行われる。このAI交通量測定は、画面に映った車両をAIが検知し、車両ごとに番号が割り当てられ、さらに設定した計測線を通過した車両のサイズ、車種の記録を行う。この時、計測線を複数設定することで、直進右左折の測定が可能となる。

2.2 実証試験1：断面交通量

2024年6月17～21日に神奈川県内の2車線道路2箇所（横浜市泉区A、藤沢市）、4車線道路（横浜市泉区



図1 測器の外観ならびに設置風景

B) 1箇所では実証試験を行った。各調査場所で測器を設置し、リアルタイムの動画映像を確認しながら画角を調整し、24時間で録画した。

AIによる交通量解析技術について、瀧本らの報告¹¹⁾を参考にしてA（日中：日出1時間後～日没1時間前）、ハレーションによる影響把握するためにB（日出：日出時間の前後1時間）、C（日没：日没時間の前後1時間）、暗闇や降雨による車体の識別低下の可能性の検証のためにD（夜間：日没1時間後～日出1時間前）、E（降雨時）の計5条件を選定し（表1）、録画データの1～2時間分を選定して、2.1節で記した手順で自動車交通量のAI解析を実施した。なお、各調査日の日出・日没時間は、国立天文台（<https://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/dni/dni15.html>）の公開データを参照した。

2.3 実証試験2：交差点交通量

実証試験1同様に、2024年12月25～26日に神奈川県横浜市泉区内の交差点（片側1車線）で交通量測定を行った。

交差点内の車両の軌跡は多様であり、全12軌跡存在する（図2）。低位置での調査では、車両のオクルージョンが発生しやすく、今回のような4枝交差点では交差点の4隅に1台設置することが望ましいことが報告されている^{12), 13)}。そこで、本実証試験では測器をA断面

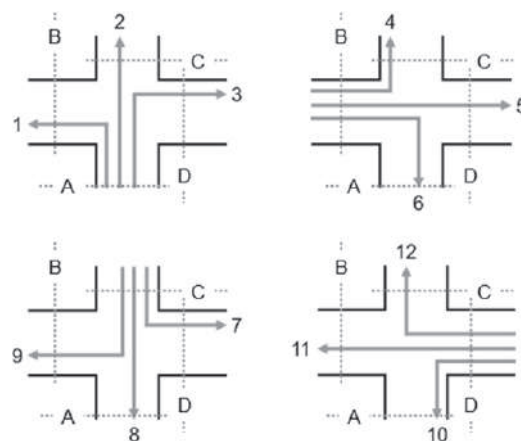


図2 4枝交差点内の走行車両の全軌跡

表1 断面交通量調査での検証事例と条件

ケース	場 所	検証の対象時間	条件（2.2節参照）
I.	泉区 A	2024年6月17日 18時～19時	C
II.		2024年6月18日 3時～5時	B, E
III.	藤沢市	2024年6月19日 23時30分～24時30分	D
IV.		2024年6月20日 3時30分～5時30分	B
V.	泉区 B	2024年6月20日 12時～13時	A
VI.		2024年6月20日 19時～20時	B

の手前に設置し、カメラの高さを6mと既往研究よりも高く設定し、オクルージョンの影響に着目して日中の1時間の全12軌跡を解析の対象とした。

解析を行う際、交差点の進出口に計測線を1本ずつ設定することで全12軌跡の特定を試みた(図2)。例えば、A断面から車両が交差点内に進入した場合には、軌跡1~3に絞り込み、2本目に計測線Bを検知した場合には、その車両はA方向からの左折(軌跡1)であると特定が可能である。

2.4 データ解析

AI調査結果との比較検証を行うために、同じ時間帯の録画データを用いて人手観測法で交通量を測定した。断面交通量調査では手前車線と奥車線、交差点交通量調査では12軌跡別の車線別交通量と小型車(普通乗用車、小型トラック等)・大型車(大型トラック、大型バス等)の分類による車種別交通量の精度検証にそれぞれ着目した。

判定にあたり、AIが検知しなかった人手観測結果を「未検知」、AIと人手観測結果が異なる場合(AIが大型

車を小型車と検知した等)には「誤検知」とそれぞれ判定した。交差点調査の場合、始点と終点の両方とも検知した場合を「正判定」とし、始点と終点のいずれか一方を検知しなかった場合を「ロスト」とした。また、未検知やあり得ない軌跡を描く等の状況(B方向から進入したのにD方向から交差点に進入する等)を「エラー」とした。得られたAI解析結果と人手観測結果の関係は、カイ二乗(χ^2)検定による統計解析を行い($p < 0.05$, p :有意水準),両結果が客観的に同一であることを判定した。

3. 結果・考察

3.1 検証1:車線別の断面交通量

各地点・時間帯での人手観測結果ならびにAI解析結果による車線別交通量の結果は、手前車線、奥車線ともにほぼ一致しており、日中に限らず夜間の暗闇状態(ケースII, III, IV, VI)も含めて、人手観測結果(MO)に対するAI結果の割合(AI/MO)は87.4~101.8%と高かった(図3, 表2)。国土省(2019)の定

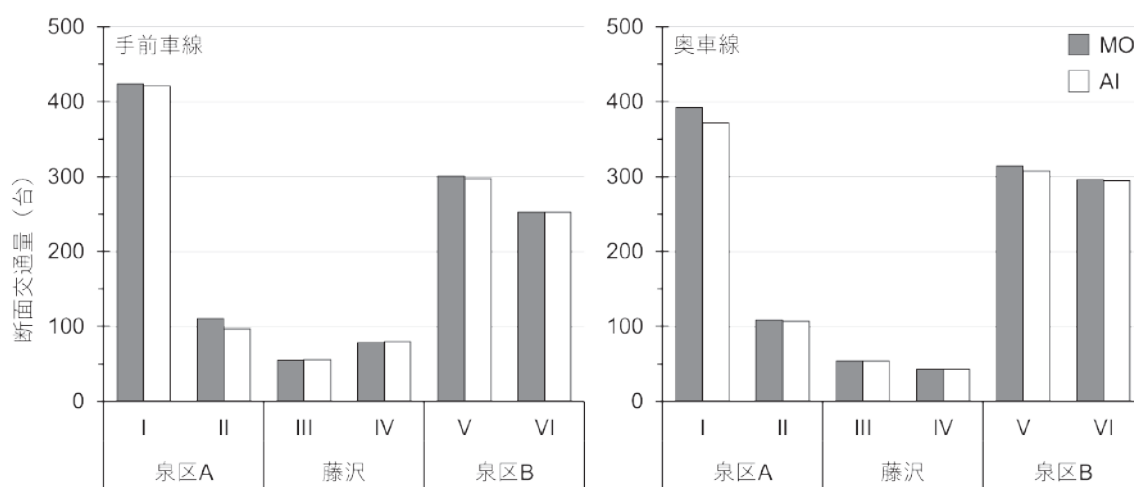


図3 人手観測結果(MO)とAI解析結果(AI)の断面交通量(車線別)

表2 人手観測結果(MO)とAI観測結果(AI)による断面交通量(車線別)結果とその精度

No.	手前車線			奥車線		
	MO	AI	AI/MO	MO	AI	AI/MO
I	424	421	99.3 %	393	372	94.7 %
II	111	97	87.4 %	109	107	98.2 %
III	55	56	101.8 %	54	54	100.0 %
IV	79	80	101.3 %	43	43	100.0 %
V	301	298	99.0 %	314	308	98.1 %
VI	253	253	100.0 %	296	295	99.7 %

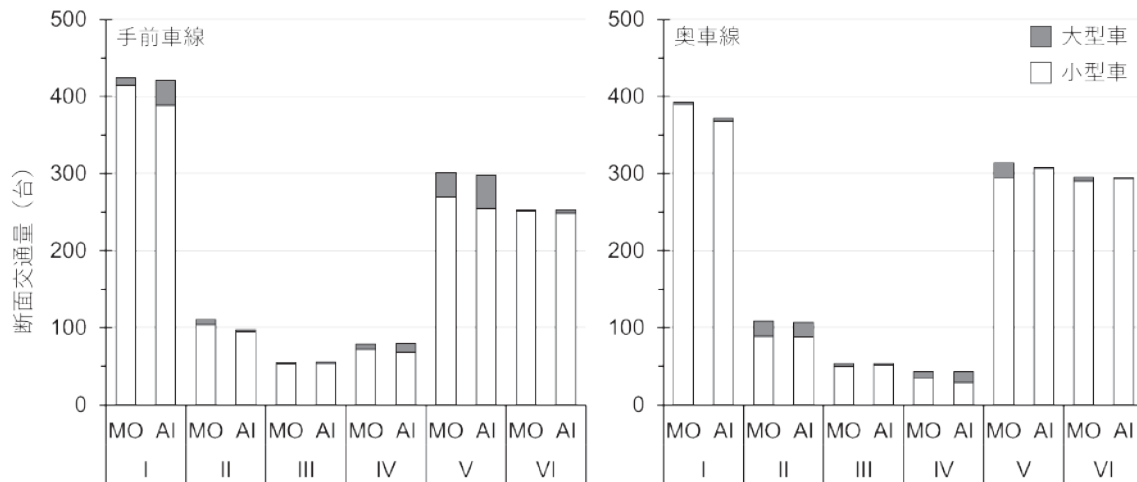


図4 人手観測結果(MO)とAI解析結果(AI)の断面交通量(車線別・車種別)

めた機器仕様書(案)¹⁴⁾には、観測性能は「上下線別の自動車交通量が $\pm 10\%$ 以内の観測精度を有する」と求められており、ケースII(泉区A夜間・降雨)を除いた全てのケースでこの条件を満たしていた(AI/MO=90.0~110.0%)。そこで、ケースIIでの両結果の関係をカイ二乗(χ^2)検定で解析したところ、両調査結果の間には有意差は認められなかった($p > 0.05$)。つまり、国交省が求める観測性能よりわずかに下回ったものの、AI解析結果と観測員結果は統計的に同一であることがうかがえ、その精度は客観的に有用であることが示唆された。

3.2 検証2：車線別ならびに車種別(小型車・大型車)の断面交通量

上下線別の小型車のAI/MOは、87.4~101.8%といずれのケースでも高かった(図4)。また、夜間の観測データ(ケースIII, IV, VI)でも両方向共に大型車検知に対する精度を高く維持していた(図4)。一方で、ケースIとVの両車線、ケースIIの手前車線では、AIによる大型車検知のエラーが目立った(エラー率：33~230%)。しかし、本調査では一貫して両方向共に大型車のサンプル数(通過台数)が少なく、1件でもエラーが生じるとその誤差率が拡大する傾向が見受けられ、本システムの致命的な問題とは判断しがたい。そこで、両調査結果の関係をカイ二乗(χ^2)検定による統計解析を実施したところ、大型車に対する両調査結果の間にはいずれのケースでも有意差は認められなかった($p > 0.05$)。つまり、大型車に対するAI解析結果と人手観測結果は、検証1のケースIIと同様に統計的に同一と見なせる。

大型車検知の誤差要因を特定するために、各ケース(I, II, V)で計測線を3段階設定し(図5上)、得られ

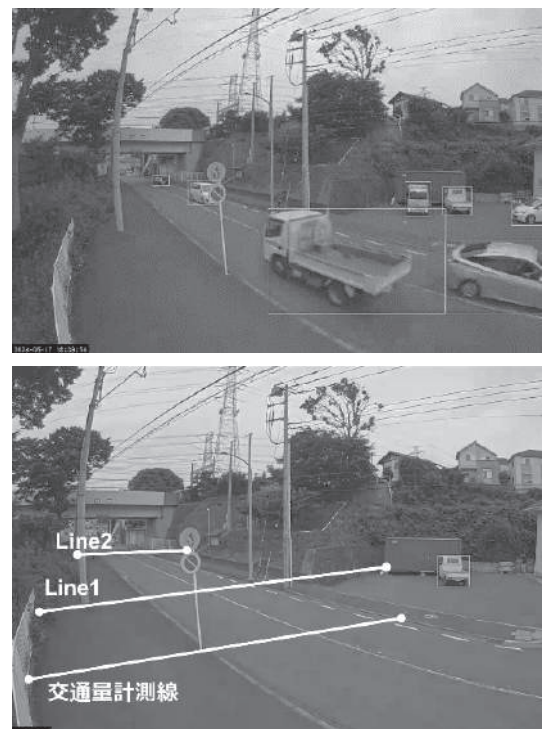


図5 ケースIの道路状況

た結果と解析映像を確認した。

ケースIでは、手前車線を走行する小型トラックが「交通量計測線」を通過した際には「大型」,「Line1」を通過した際には「小型」と検知していた(図5下)。つまり、解析時の計測線を画面上の手前に設定したため、車体を大きくとらえたことに起因したと考えられる。

ケースIIの観測条件は、暗闇に加え降雨状態(1.0~3.5 mm H⁻¹, 横浜地方気象台)だった(表1)。映像を確認すると、路面が濡れ、周囲の街灯の明かりを乱反射していた。また、データ上では、9台の小型車、5台の大型車をそれぞれ未検知していた(図4)。すなわち、

ケース II では、照明の乱反射による AI の画像検知が妨害された（ハレーションの影響）と考えられる（図 3、4）。同様にハレーションの影響検証をケース IV でも行ったが、人手観測結果と AI 解析結果に明確な差は見られず（図 3、4）、また、有意差も認められなかった（ $p>0.05$ ）。しかし、ケース II の事例もあるため、先行研究同様^{11), 15)} にカメラ設置時には日没やヘッドライトの影響を受けにくい画角も考慮する必要があることが示唆された。

ケース V（泉区 B）は、片側 2 車線道路の広い道路とケース I、II（泉区 A）、ケース III、IV（藤沢市）と条件が異なる（図 6）。両方向共に AI 調査結果と人手観測結果の各総数はほぼ変わらなかったため（図 3）、4 車線道路でも本システムは精度を維持できることがうかがえる。一方で、手前車線では小型車を大型車、奥車線を走

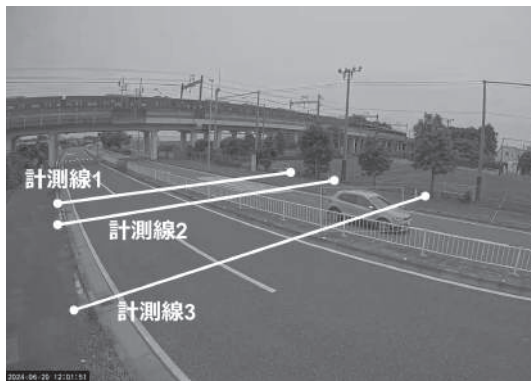


図 6 ケース V の道路状況

行する大型車を全て小型車と誤検知していた（図 4）。録画映像と解析データを確認したところ、手前車線での誤検知は、左車線（カメラの一番手前車線）で起きていた。今井ら¹⁶⁾ は画角 20° では車種別での検知成功例が高い一方で、40° では誤認知する傾向が高く、対象車両の形状が大型車の形状と似ているためと報告している。泉区 B は泉区 A や藤沢市と異なり、カメラの画角が道路に対して直角に近い角度だったため、今井らの報告¹⁶⁾ と同様の事例が起きたことが推察される。一方、奥車線ではカメラの設置位置から奥車線の間は距離が離れていたため、奥車線を走行する大型車を相対的に小型車と検知した可能性があったと推察される。低位置での観測事例¹⁷⁾ でも画角によって精度が変わることが報告されているので、今後の調査でも画角の設定には配慮が必要である。但し、誤検知とはいえ両方向の走行車両をほぼ全て検知し、誤差も 5% 以内と高水準だった（図 3、表 2）。

3.3 検証 3：軌跡別ならびに車種別（小型車・大型車）の交差点交通量

全 12 軌跡で人手観測では 641 台を計数した。その内 AI 解析では 462 台を正判定、160 台をロスト、52 台をエラー（未検知・誤検知）とそれぞれ判定し、AI/MO は約 72% と低く（図 7）、国交省が提示した条件¹⁴⁾ を満たさなかった。また、3.2 節と異なり大型車を小型車と誤検知したというよりもロストしたことが目立った（図 7；軌跡 11）。まず、本システムでの AI は、検知し

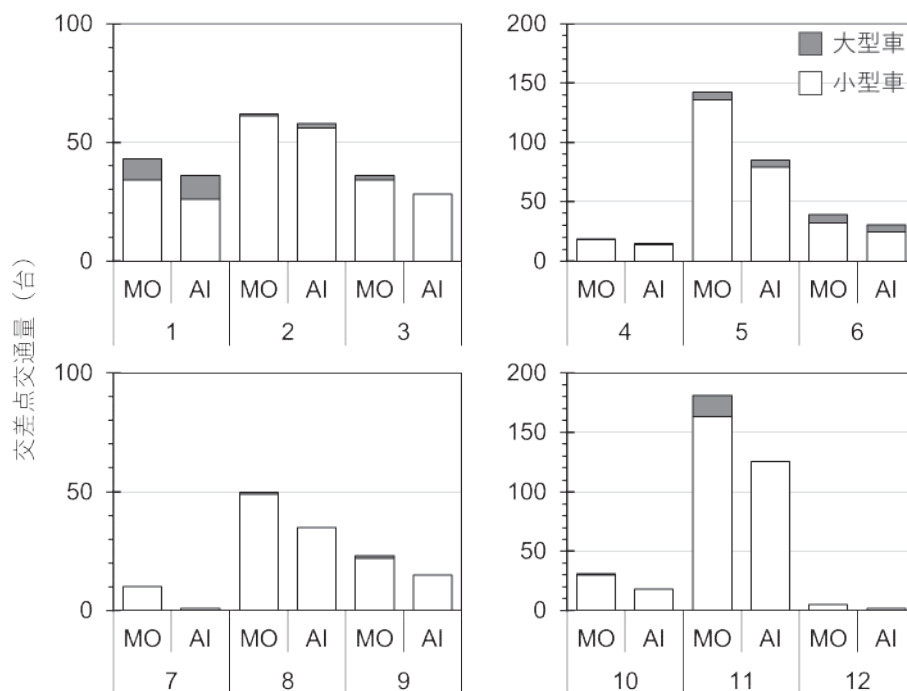


図 7 人手観測結果(MO)と AI 解析結果(AI)の交差点交通量(軌跡別・車種別)

たオブジェクトが一定サイズ以上だと大型車と判別する仕組みである。カメラが手前にある計測線 A 始点の場合では、3.2 節で述べた通り検知するオブジェクト（大型車）が近いため AI は大型車の正判定を可能とした。計測線 B・D 始点については、車体を側面からとらえたため、バスや大型トラックはその長辺の長さより正判定と判定できたと推察される。一方で、計測線 C 始点は他始点よりも奥に設定され、かつ車体を正面に捉えるため小型車と判定されやすい可能性がある。ただし、前述の通り各終点では、大型車を「大型」と判定できる可能性があるため、車体サイズの判定は各終点を通過時とすれば、データ上では正判定とできる可能性はある。しかし、今回の検証試験では計測線 C を始点・終点とする大型車の通過数が少なかったため、今後の検証時の課題とする。続いて、軌跡別の結果に触れる。なお、前述の通り大型車両の通過台数が少ないため、軌跡別の総台数で考察する。

軌跡別のロスト例を確認すると（図 7）、計測線 B ならびに計測線 D を始点とした際に頻発しており、特に軌跡 5（B-D）と軌跡 11（D-B）で発生していた（全体

の約 60 %）。計測線 B 始点ならびに計測線 D 始点付近では、電柱や植樹、信号機等が狭い範囲に集中していることを映像より確認でき、これが ID のロストを引き起こした可能性がある（図 8）。例えば ID173 はログファイルでは計測線 B から交差点に進入したが、終点が記録されなかったため（図 9）、ロストデータとなった。ここで動画を確認すると、ID173 は計測線 B より交差点へ進入してすぐに周辺遮蔽物で一度 ID が消失したが、交差点内で再度同じ ID が付与されていた。しかし、計測線 D に到達する際に再度遮蔽物により ID が消失し、以降 ID は再度付与されず（図 10）、データ上ではその後の行き先が不明のため、ロストと判定された。また、ID173 と同様のケースで通過する車両から ID が消失した例を数多く確認でき、ロストした要因を特定できた。さらに、街灯が計測線 C 始点の進入方向にまたがっていたために（図 8）、計測線 C を始点とした進入車両の ID が消失しやすいこともデータと動画より確認できた。

計測線 A を始点とする軌跡 1～3（図 2）では比較的精度を高く維持できたのは、他の計測線と異なり視界が



図 8 調査交差点と計測線

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	dev	datetime	line_no	directi	trackin	x	y	w	h	vehicle
83	LT_a	13:04:29 A	up		164	494	264	118	98	gray
84	LT_a	13:04:34 C	up		164	753	131	29	29	white
85	LT_a	13:04:31 A	up		165	463	201	173	158	white
86	LT_a	13:04:36 B	up		165	525	136	91	62	white
87	LT_a	13:04:34 A	up		166	515	267	120	96	white
88	LT_a	13:04:38 C	up		166	758	133	32	29	white
89	LT_a	13:05:36 A	up		172	503	279	109	84	gray
90	LT_a	13:05:41 C	up		172	757	136	28	26	gray
91	LT_a	13:04:55 B	down		173	550	140	90	46	blue
92	LT_a	13:04:57 C	down		174	797	141	32	28	white
93	LT_a	13:05:59 B	up		174	534	162	65	37	white
94	LT_a	13:04:57 D	left		176	855	202	95	51	black
95	LT_a	13:04:59 B	up		176	493	156	123	50	white
96	LT_a	13:04:58 B	down		177	563	153	66	33	gray
97	LT_a	13:05:01 D	right		177	903	194	74	44	gray
98	LT_a	13:05:04 B	down		178	555	143	90	40	white
99	LT_a	13:05:12 C	up		178	750	130	38	32	white
100	LT_a	13:05:02 D	left		181	882	205	94	47	gray
101	LT_a	13:05:04 B	up		181	503	161	70	36	white
102	LT_a	13:05:39 A	up		185	501	279	128	84	gray
103	LT_a	13:05:44 C	up		185	756	137	28	24	white

図 9 解析されたログの一部



図 10 ID173 の軌跡

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	dev	datetime	line_no	directi	trackin	x	y	w	h	vehicle
105	LT_a	13:05:07 B	up		186	514	163	82	38	white
106	LT_a	13:05:04 B	down		187	532	162	76	39	white
107	LT_a	13:05:18 B	down		190	578	146	123	53	white
108	LT_a	13:05:19 D	left		202	906	210	77	45	white
109	LT_a	13:05:21 B	up		202	527	162	74	39	white
110	LT_a	13:05:20 B	down		204	565	135	82	48	white
111	LT_a	13:05:24 D	right		204	892	162	118	97	white
112	LT_a	13:05:21 D	left		206	887	202	96	43	gray
113	LT_a	13:05:25 B	up		206	504	152	130	46	gray
114	LT_a	13:05:30 A	down		206	597	280	110	111	gray
115	LT_a	13:05:28 B	down		209	553	151	76	37	white
116	LT_a	13:05:36 A	down		209	605	279	103	129	white
117	LT_a	13:05:24 B	up		216	541	154	79	38	white
118	LT_a	13:05:26 B	up		217	511	154	106	42	white
119	LT_a	13:06:38 B	down		218	554	154	81	33	white
120	LT_a	13:06:57 D	right		218	902	190	73	47	white
121	LT_a	13:05:33 B	up		219	500	156	110	47	white
122	LT_a	13:05:43 A	up		222	471	195	154	168	blue
123	LT_a	13:05:47 C	up		222	756	124	36	37	blue
124	LT_a	13:05:45 A	up		225	503	263	122	99	white
125	LT_a	13:05:49 C	up		225	757	133	31	28	white

図 11 解析されたログの一部。同一 ID が 3 つ検出されている



図 12 ID206(←), ID217(△)の軌跡

開けていたためと推察できる。特に計測線 C への流出 (軌跡 2) については、オクルージョンの影響となる遮蔽物がなかったため、精度を 90 % 以上維持できたと推察される (図 7, 8)。しかし、計測線が画面奥に設定したため、検知できないこともしばしばあった (図 7)。したがって、本システムを運用して交差点で調査を行う際には対象交差点の街灯等の周辺環境、対象交差点からの距離を設置時に考慮する必要があることが示唆された。

続いて、交差点でのエラー例について考察する。2.3 節で詳述した通り、交差点に進入出した車両は同じ ID が本来 2 回記録されるため、そのデータを確認することでその軌跡を特定している。記録が 1 回の場合は前述の通りロストの例である (図 9)。しかし、図 11 で示す ID206 は 3 回記録されている。この軌跡を辿ると、計測線 D から交差点に進入し、計測線 B を右から左にかけて通過して交差点を進出する軌跡 11 を記した後、計測線 A を通過して交差点から進出したということが読み

取れ、本来あり得ない軌跡を辿った結果を示した。ID173 同様に動画を確認すると (図 12)、D 方向より進入した ID206 は計測線 B を通過した (図 12 (a), (b))。その後、計測線 B に進入する対向車両 (ID209) と重なり、行き違った時には ID206 は対向車 ID209 に書き換えられ、元々 ID206 だった車は ID217 に書き換えられた (図 12 (c))。その後新しい ID206 はそのまま右折して計測線 A を通過して交差点から進出し、ID206 として記録された (図 11, 図 12 (d))。すなわち、図 11 で示す ID206 の記録は、ID206 と旧 ID209 の複合記録であることがうかがえた。整理すると、113 行目と 118 行目 (ID217) の記録は同一データであるため、112 行目と 113 行目 (118 行目) の 2 データで旧 ID206 の記録と見なせる。また、114 行目の新 ID206 (旧 ID209) は進入時のデータが損失したため、ロスト扱いとなる。なお、計測線 B を通過する前に旧 ID209 が損失したため、新たに ID209 で記録がされている (図 11)。以上より、菅原ら、堀井ら^{12), 13)} が懸念していた通り、オク

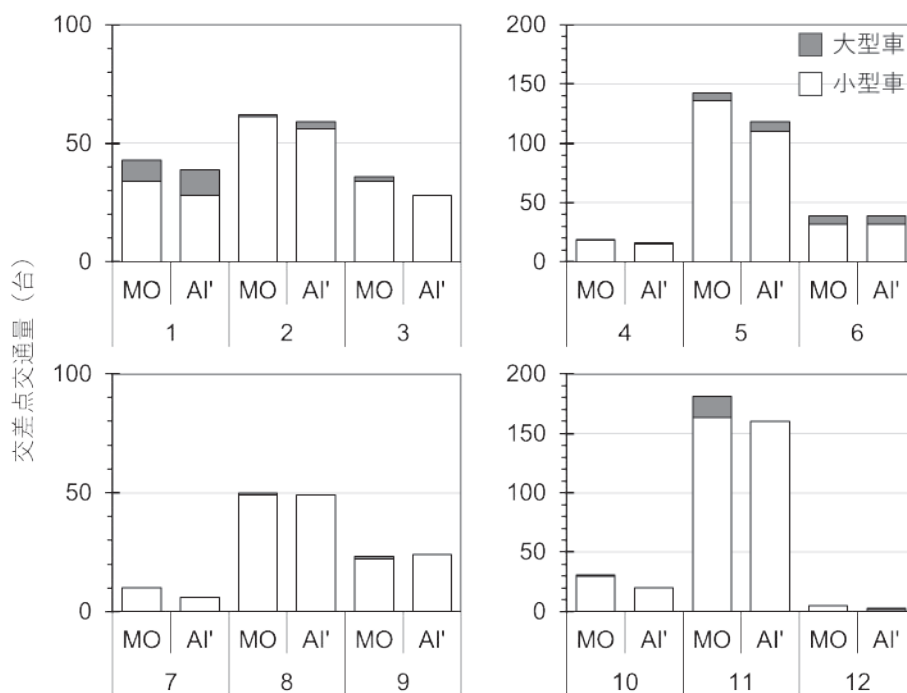


図 13 人手観測結果(MO)と AI 再解析結果(AI')の交差点交通量(軌跡別・車種別)

ルージョンによりこのエラーが起きたことが明らかとなった。

3.4 検証 4：交差点交通量の再解析

本システムは、検証 1, 2 よりシステム上問題ないことが裏付けられており(図 3, 4)、検証 3 では、設置した周辺環境という外的要因(図 8)により精度が低下した。本システムの特徴は、録画映像に後から計測線を設定して AI による解析を行わせるため、計測線を設定し直して再解析することが可能である。そこで、その特徴を生かして計測線 A~D の位置を修正した。また、計測線 A~D のうちいずれかを検知しなかった場合、そのデータがロストとなることから、途中の軌跡を判定できるように交差点内に追加で計測線を設定した。これらの条件で再解析を行い、人手観測結果と比較した。

再解析を行った結果、AI 解析では正判定が 571 台(+109 台)、ロストが 53 台(-107 台)、エラー(未検知・誤検知)が 50 台(-2 台)と AI/MO は約 84% まで改善された(図 13)。検証 3 では交差点への進入口或いは進出口のいずれかを検知できなかったため、ロストデータとしていた。しかし、交差点内に計測線を追加したことで、その軌跡から進入口或いは進出口を推定することに成功した。

既往研究^{12), 13)}では、オクルージョンの観点より交差点ではカメラ 1 台で 12 方向軌跡を観測することが困難であることから対象とする軌跡を軌跡 3, 8, 12(図 2)に限定し、報告していた。検証 4 の成果より、高 AI/

MO、すなわち 90~110% を維持していた¹⁴⁾のは、軌跡 1, 2, 6, 8, 9 と既往研究^{12), 13)}とは異なった(図 7, 13)。既往研究^{12), 13)}では、交通量会社からのヒヤリングより地上高 3m で実施したのに対し、本検証試験では地上高 6m で行った。より高所からの画角からの撮影によりオクルージョンの影響を軽減できたと推察される。この高さは歩道橋上で人の目で観測した高さとはほぼ同等(著者調べ)であることから、妥当と判断した。

本実証試験を行った交差点は、片側 1 車線の小型の交差点である。例えば、右折専用車線を含む規模の広がる交差点では、対向車両によるオクルージョンで ID の入れ替わりが頻発する可能性がある。本システムを交差点での調査に採用するためにも、右折専用車線を含む 3 車線以上の交差点でこのオクルージョンによる精度維持率の検証、ハレーションの影響を受けやすい夜間での精度確認の必要がある。

4. 成果と課題

本実証試験では交通量調査の省人化を進めるため、設置や撤去作業が容易なシステムを用いて様々な交通環境下で AI による交通量調査とその精度検証を行った。その結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 2 車線以上での道路(断面交通量)では、車種別に交通量を観測可能である。
- (2) 朝、昼といった明るい時間帯だけでなく、夕方、夜間の暗い時間帯でも十分な観測精度(90% 以

上)を維持できる。

- (3) カメラの画角によってハレーションによる精度低下や車種分類に誤差が生じる可能性がある。現場に測器を設置する前に、現場環境を確認して街灯や街路樹等の影響を受けない位置と画角を設定し、システムに繋いで映像を確認しながらカメラ画角を調整することが必要である。
- (4) 交差点での調査では周辺設備や対向車両等によるオクルージョンの影響を受けやすく、AIの解析結果の精度が低下する傾向にある。その精度低下は、(3)同様に、設置の際の画角調整や解析時に各軌跡3本以上の計測線を設定することで軽減できる可能性を見出したが、この手法の有用性は未知数であるため、場所を変更してさらなる検証を行う必要がある。検証はより交通量の多い交差点で、以下の項目を対象とする。
 - ① 対向車等によるオクルージョンでのIDの欠落と別IDへの書き換え率
 - ② 車両が複数軌跡を描くため、夜間での精度維持の検証
 - ③ ハレーションの影響
 - ④ 車種別交通量

交差点の交通量調査においては、本システムを採用するに至るには未だ課題は多い。しかし、検証1ならびに2の結果より本システムの性能、精度には問題ないことがうかがえ、断面交通量調査に限っては本システムを用いてのAIによる交通量調査の運用は可能であると言っても過言ではない。本システムは比較的小コンパクト(W725 mm×D990 mm)、十分な重量(約45 kg)があり、風圧試験にも合格していること(～10 m/s²)から安全性と利便性が担保されている。しかし、それでも測器を現場に設置して人が離れる(無人)ことで、安全性、セキュリティの観点より管轄警察より無人調査の許可が得られない可能性が高い。運用するにも万が一の転倒リスクや盗難等の問題を避けるために、監督員の配備が現状不可欠である。したがって、本システムに限らず無人による交通量調査を実現するためには、行政機関と警察署との対話により理解と協力を得ることが必要不可欠であることが示唆された。

謝辞：本実証試験を行うにあたり、東海エレクトロニクス株式会社、東海テクノセンター株式会社、セフテック株式会社、株式会社フューチャースタANDARDよりご協力を賜ったことに厚く感謝の意を表する。

〈引用文献〉

- 1) 社団法人日本環境アセスメント協会・環境アセスメント技術ガイド 大気・水・土壌・環境負荷・http://assess.env.go.jp/files/0_db/seika/0061_01/20170620_3.pdf・2017年
- 2) 国土交通省・一般交通量調査について・<https://www.mlit.go.jp/road/census/r3/data/pdf/kasyorep.pdf>・2021年
- 3) 国土交通省 (ICTを活用した新道路交通調査体系検討会)・資料1 令和2年度全国道路・街路交通情勢調査の延期について・<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/ict/pdf04/01.pdf>・2020年
- 4) 林 泰士, 松田奈緒子, 山下英夫, 里内俊介, 中田寛臣, 横地和彦・AIを活用した画像認識型交通量観測の導入に関する研究・第60回土木計画学研究発表会講演集・1-5・2019年
- 5) 松尾悠平, 伊藤浩和, 藤木厚志, 平野 篤・画像認識型交通量観測装置 (AIカメラ) を活用した初の一般交通量調査の実施について・https://www.qsr.mlit.go.jp/site_files/file/n-shiryo/r4kenkyu/4-01.pdf・2019年
- 6) 国土交通省 (ICTを活用した新道路交通調査体系検討会)・資料3 道路交通センサスのデータ収集の現状と課題・<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/ict/pdf01/03.pdf>・2018年
- 7) 国土交通省・道路交通センサス一般交通量調査の概要・<https://www.mlit.go.jp/common/000167005.pdf>
- 8) 木下義昭, 濱村秀亮, 中村秀明・トレイルカメラとAIを用いた簡易交通量調査の無人化・インフラメンテナンス実践研究論文集・1 (1)・343-355・2022年
- 9) 小篠耕平, 菅原宏明, 藤井純一郎, 大久保順一, 岡野将大・深層学習による路側撮影動画からの車種別交通量計測手法の提案およびロバスト性の検証・第18回ITSシンポジウム・2020年
- 10) 濱村秀亮, 阿部光太郎, 山根 智, 中村秀明・AIを用いたリアルタイム断面交通量調査システムの開発・AI・データサイエンス論文集・4 (3)・458-465・2023年
- 11) 瀧本真理, 中田寛臣, 松田奈緒子, 林 泰士, 瀬戸下伸介・AIを用いた交通量調査技術の動向調査・国総研レポート2019・18・2019年
- 12) 菅原宏明, 堀井大輔, 菊池恵和, 大久保順一・低位置からの撮影動画による交差点方向別交通量計測に関する実証的研究・第42回交通工学研究発表会論文集 (研究論文)・339-342・2022年
- 13) 堀井大輔, 菅原宏明, 菊池恵和, 大久保順一・深層

- 学習を用いた交差点方向別交通量に係る精緻な交通工学的指標の自動計測に関する研究・AI・データサイエンス論文集・3 (J2)・819-825・2022 年
- 14) 国土交通省・画像認識型交通量観測装置機器仕様書(案)・https://www.mlit.go.jp/tec/it/denki/kikisiyou/touitusiyou_18gazoutorakanR0106.pdf・2019 年
- 15) 国土交通省 (ICT を活用した新道路交通調査体系検討会)・資料 4 CCTV カメラ画像の AI 解析による常時観測に向けた精度検証・<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/ict/pdf04/04.pdf>・2020 年
- 16) 今井龍一, 神谷大介, 山本雄平, 田中成典, 中原匡哉, 中畑光貴・汎用的な深層学習機を用いた交通量調査手法に関する基礎的研究・土木学会論文集 F3 (土木情報学)・75 (2)・I_150-I_159・2019 年
- 17) 岡本悠希, 小早川 悟, 菅原宏明, 菊池恵和・生活道路における AI 画像解析システムを用いたデータ収集手法に関する研究・第 43 回交通工学研究発表会論文集 (実務論文)・297-304・2023 年

■代表執筆者

福山哲司

ムラタ計測器サービス株式会社

〒245-0052 神奈川県横浜市戸塚区秋葉町 15

TEL : 045-812-1811 FAX : 045-813-2811