

SIP第2期/自動運転（システムとサービスの拡張）/
プローブ等車両情報を活用したアーキテクチャに基づく
物流効率化のための調査・実証

報告書（概要版）

株式会社 日通総合研究所

2021年4月30日



当調査実証事業の目的

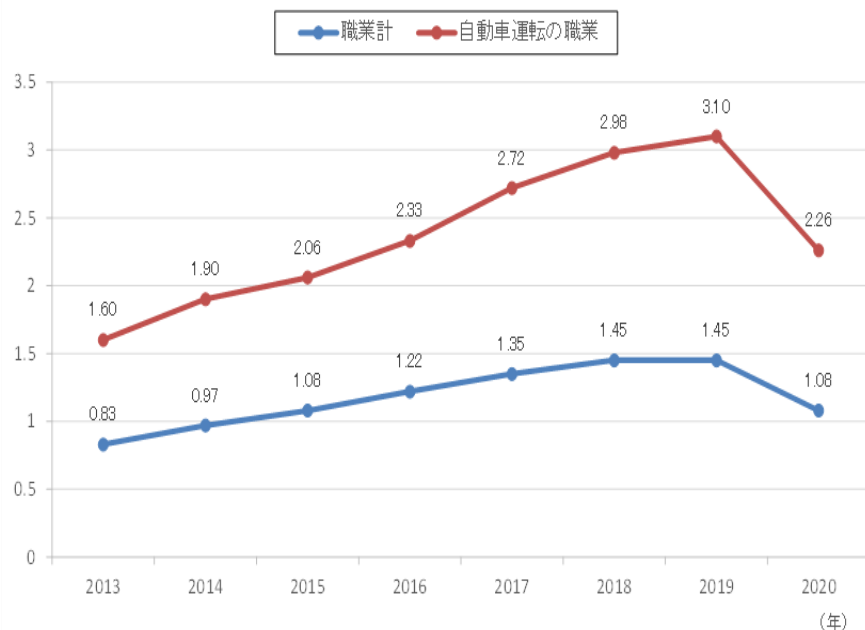
今後、自動運転技術のトラック運送への実装を推進するにあたり、車両から出力可能な情報・データを物流が抱える諸課題の解決に役立てると共に、物流効率化に役立つ情報を自動運転の情報基盤に反映させるための初期段階の調査・実証を行う

- ▶ トラック運送業界では長時間におよぶ拘束時間や作業負荷の大きさ等によりトラック運転者不足が深刻化している。このため貨物輸送量に対処するための物流機能維持が難しくなり、経済への悪影響が生ずることが懸念されている。
- ▶ その対策として自動運転技術のトラック運送業務への実装に対する期待は高いが、倉庫や物流センター内の荷待ち（貨物の積込・積卸作業の順番待ち）時間発生等の問題により運行時間が長時間に及んでいる現状のまま自動運転を実装しても無意味であり、まずは運行業務に要する時間を縮小することが必要である。
- ▶ これを踏まえ、トラック運送業務において特に問題視される荷待ち時間について、車両・プローブ情報等の活用により縮小につなげる方策や可能性を検討した。併せて荷待ち時間の他に、車両・プローブ等の活用により時間短縮につなげる可能性の見出せるトラック運行業務工程と方策の検討を行った
- ▶ 本事業では、**車両・プローブ情報のうちトラック運行業務の時間短縮等に有用なデータ項目を定義し、そのデータ項目をトラック運行時間短縮につなげる可能性を検証**するとともに、それらデータの利活用に向けたアーキテクチャ案を整理する基礎調査や実証実験を行うことを目的に実施した。

トラック運転者不足の現状と将来の需給ギャップ見通し

トラック運転者は1995年をピークに減少の一途をたどる一方、トラック運転者をはじめとする自動車運転職業の有効求人倍率は上昇基調が続き、コロナ禍で低下した2020年の有効求人倍率も全体平均を大幅に上回っている。当社では2030年度にはトラック運転者の必要人数（需要量）に対して214千人の不足が生じるものと予測する。

【職業計及び
自動車運転職業の有効求人倍率の推移】



出所；厚生労働省「一般職業紹介状況（職業安定業務統計）」を基に作成

【営業用トラック運転者の需給の将来予測】

（単位；千人）

	2020年度	2025年度	2030年度
需要量	1,053.3	1,157.7	1,184.3
供給量	1,006.7	1,012.1	970.3
不足	△46.6	△145.6	△214.0

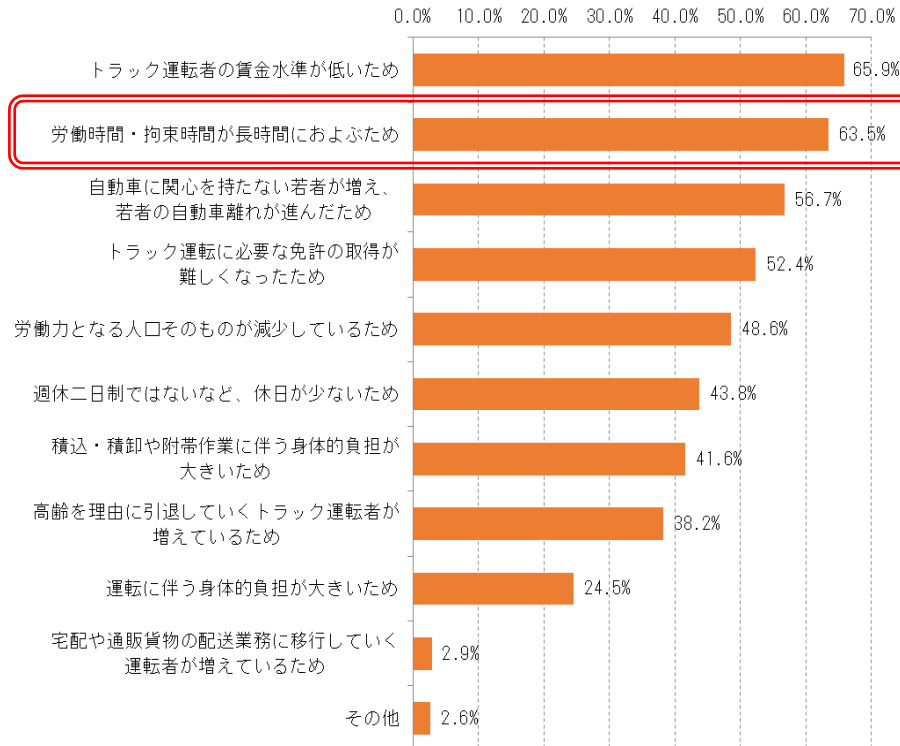
出所；当社作成

トラック運転者不足の要因と荷待ち時間

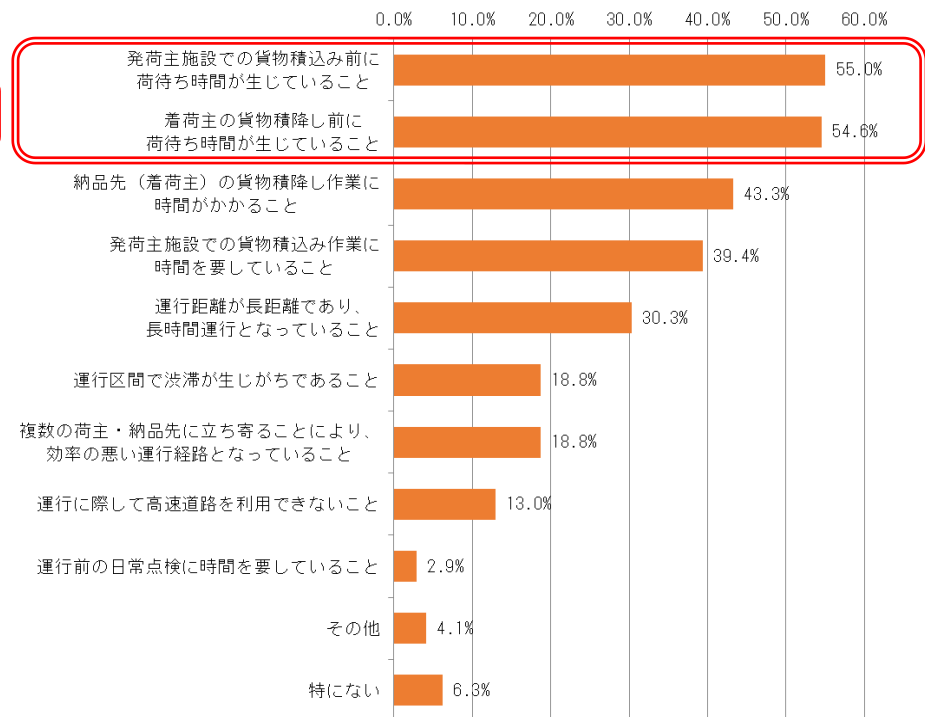
運送事業者は「長時間におよぶ労働時間・拘束時間」がトラック運転者不足の主因の一つと認識。そのトラック運転者の長時間労働を招いている業務上の要因として「発荷主拠点（貨物積込）・着荷主拠点（貨物積卸）における荷待ち時間の発生」が最も大きな問題と考えられている。

【トラック運転者の労働時間 およびトラック運送への情報技術の活用に関するアンケート調査】

＜トラック運転者不足の要因として考えること＞



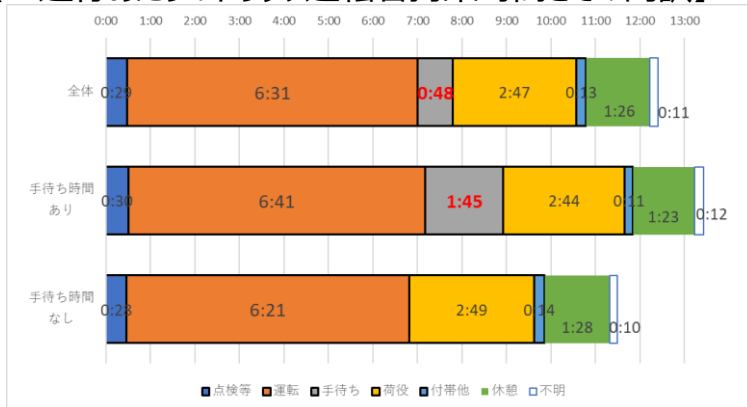
＜トラック運転者の労働時間長時間化を招いている業務上の問題＞



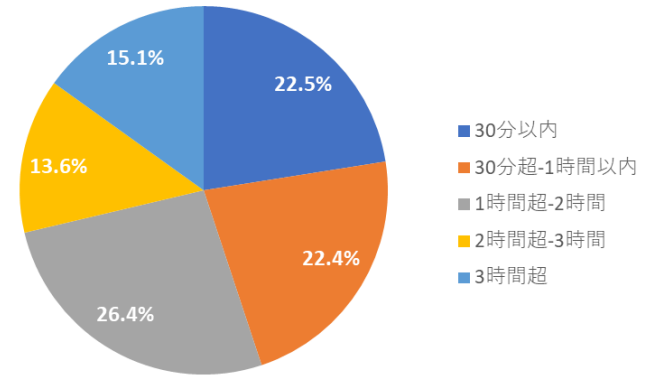
荷待ち時間がトラック運転者の拘束時間に及ぼす影響

平均荷待ち時間は48分だが、荷待ちが発生する運行業務における平均荷待ち時間は1時間45分でその平均拘束時間は荷待ちの発生のない運行業務の平均拘束時間より1時間53分も長い。輸送品類別には林産品、金属機械工業品、軽工業品、雑工業品等の運行業務で相対的に長時間の荷待ちが発生している。

【一運行あたりのトラック運転者拘束時間とその内訳】



【手待ち時間のある運行業務における発生手待ち時間数の構成比】



【一運行あたりのトラック運転者拘束時間とその内訳（輸送品類別、「9分類平均」には輸送品類不明の運行業務は含まない）】

	9分類平均	農水産品	林産品	鉱産品	金属機械工業品	化学工業品	軽工業品	雑工業品	排出物	特殊品
点検等	0:30	0:28	0:26	0:34	0:29	0:31	0:30	0:31	0:31	0:31
運転時間	6:17	6:39	6:27	6:32	6:10	6:10	6:10	6:20	5:45	6:26
荷待ち時間	0:46	0:39	1:00	0:19	0:53	0:37	0:54	0:50	0:36	0:37
荷役時間	2:46	3:02	2:18	2:02	2:35	2:19	2:59	2:43	1:53	3:06
その他(付帯作業等)	0:13	0:13	0:10	0:06	0:15	0:13	0:11	0:11	0:25	0:15
休憩・不明時間	1:31	1:31	1:23	1:17	1:38	1:24	1:32	1:29	1:25	1:33
拘束時間	12:04	12:32	11:44	10:50	12:00	11:14	12:16	12:04	10:35	12:28
拘束時間中の手待ち時間構成比	6.4%	5.2%	8.5%	2.9%	7.4%	5.5%	7.3%	6.9%	5.7%	4.9%
調査対象運行件数	17,377	1,434	432	327	3,870	2,017	4,012	1,779	178	3,328

自動運転に向けて想定される情報活用のフェーズ

トラック自動運転に向けての情報活用実用化は以下のステップを経て実現されると想定。運転業務だけでなく、運転前の確認業務においても情報活用による効率化や時間短縮につながる可能性を有し、且つ実現に向けてのハードルが相対的に高くない情報活用手段が存在するものと思料。

【フェーズ1】 車両情報、プローブ情報等の活用による 運行前、運行後の 省力化、効率化	【フェーズ2】 営業所、荷主施設等の 閉鎖空間における 自動運転 (公道上は現状通り)	【フェーズ3】 公道上における 自動運転 (緊急時、荷役作業のため運転者乗務)	【フェーズ4】 公道上における 完全自動運転 (荷役作業まで含めた完全無人化)
<ul style="list-style-type: none"> ➤ 車両情報を活用した日常点検簡素化 ➤ 運行情報、渋滞情報、天候情報等を活用した運行計画の最適化 ➤ 軸重情報、荷室情報等を活用した積載の効率化 <p>※ 運転時以外が対象</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 駐車スペースから着バスまでの自走 ➤ 構内複数箇所での巡回荷積み ➤ 工場内での資材置き場からラインまでの横持ち <p>※ 駐車後は運転者は下車可能</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システムが交通状況を認知、運転操作を行う ➤ システム異常等の緊急時には運転者が対応 ➤ 荷主との取引条件により運転者が荷役等の附帯作業を実施 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システムが全行程で交通状況等を認知、運転に関わるあらゆる操作を行う ➤ 緊急時の対応もシステムが行う ➤ 荷室の自動開閉、自動積卸機能等により全行程が完全無人化



トラック運送業への自動運転実装にあたっては、省人化・無人化推進と安全確保・コンプライアンス遵守との両立を図るためにも、運送業務について規定する各種法令を踏まえた自動化検討対応が必要。



運行時間抑制に向けての車両・プローブデータ活用可能性検討①

【荷待ち時間発生状況を定量的に認識共有するための運行履歴データの記録と分析】

荷待ち時間の抑制に向けては、運送事業者・発着荷主企業が荷待ち発生状況に関する認識を定量的に共有した上で、要因分析と対策検討を行う必要がある。その第一歩となる、荷待ち時間発生状況の定量的な実態記録資料の整備について、車両・プローブデータの活用可能性を検討した。

- ◆ 荷待ち時間は基本的に発着荷主企業側の要因により発生。このため荷待ち時間の解消・縮小に向けては、発着荷主企業の物流拠点における荷待ち時間の発生回数・時間や拠点進入後の動向等の実態を把握し、運送事業者と荷主企業がその情報を共有した上で、原因分析と対策検討に取り組むことが必要。そのためには、荷待ち時間の発生状況の定量的な実態記録資料の整備が必須事項である。
- ◆ しかし発着荷主企業側では、トラックが物流拠点に進入してから退出するまでの動きや荷待ち時間の発生についての時間記録は基本的に有していない。一方運送事業者側も、運行業務工程別のアナログでの時間記録はトラック運転者の負荷が大きいため、業務工程別に運行履歴や時間が記録・整備されている事例は極めて少ない。
- ◆ そこで、運行管理システム等の車載機器を活用して、トラック運転者が運行過程の履歴情報を記録し、それにより収集・蓄積された運行履歴情報を基に、各物流拠点における荷待ち時間の発生状況を分析する体制が整備されることが望まれる。その分析情報を発着荷主企業と相互共有することにより、荷主企業側に荷待ち時間発生の実情の理解認識を促すとともに、説得力をもって荷待ち時間の解消・縮小に向けての協議や対策立案をはたらきかけることができるようになる。



運行時間抑制に向けての車両・プローブデータ活用可能性検討②

【トラック運行前の日常点検や積載重量の確認の自動化・省力化】

荷待ち時間の発生要因は物流拠点内の問題に限らず、運行前に義務付けられる点検や確認に要する時間を念頭に置いた早出・出発が遠因となる場合がある。この観点と、これら点検・確認業務自体の効率化による運行時間短縮を図る観点から、車両・プローブデータの活用可能性を検討した。

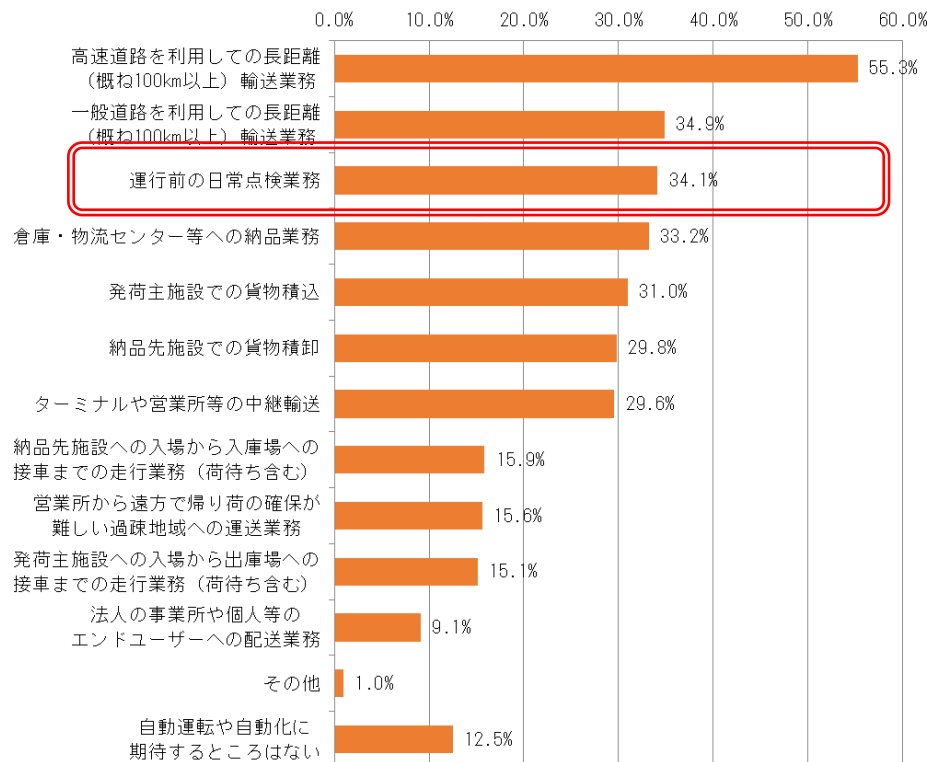
- ◆ トラック運転者が、運行前の日常点検に時間を要したり問題が生じたりする場合を懸念して、常時早い時間に出社し、結果として必要以上に早い時間にトラックで出発・到着し、貨物積込先や納品先で長時間の荷待ちが発生する場合もある。このように運行前の日常点検が荷待ち発生の遠因になる場合もあることから、日常点検の効率化は荷待ち時間縮小や運転者の拘束時間抑制に有効に寄与すると言える。また、運送事業者の意見として、日常点検でのトラック運転者の確認・判断スキルに差があり、標準化を図りたいとの声があり、車両信号データを活用しての日常点検項目確認は、このような要望にも応えるものとなる。
- ◆ 荷主先で過積載となった場合、積載した貨物を再び卸すため作業時間が増加し、運行の遅延に繋がる。そのため、貨物積載都度積載重量を把握することは、トラック運転者の拘束時間の増加を防止する上で非常に重要なことである。
- ◆ 将来のトラック等商用車の自動運転実装に向けては、走行中の自動運転のみならず、日常点検や積載重量の問題有無の確認等、運転走行前の業務工程における自動化にも目配りする必要がある。これらの自動化の実装は、車両信号情報や軸重から取得できる情報の活用により、道路走行時の自動運転よりもハードルが低いものと思料する。

トラック運行前の日常点検の自動化に対する期待

「投資額等の制約を考慮せずトラック自動運転やその前後の業務の自動化ができるとした場合に自動化技術を活用したい業務」をアンケート調査で尋ねたところ、高速・一般道の長距離輸送に次いで「運行前の日常点検業務」を挙げる回答が挙げられ、日常点検業務の自動化ニーズが高いことが確認された。

【トラック運転者の労働時間 およびトラック運送への情報技術の活用に関するアンケート調査】

＜トラック自動運転やその前後の業務で自動化技術を活用したいと思う業務＞



本事業における実証の取組

以下 3 種の実証実験および分析を実施。

③は車両から、①②は車載機器から取得したデータを活用。

取組事項	内容
①運行履歴データ分析に基づく荷待ち実態把握や情報共有に向けての検討	<ul style="list-style-type: none">▶トラックの運行データを取得し、運行過程での業務項目別所要時間を分析して実態を把握し、労働時間の短縮化や効率化を図るための検討を行う。▶とりわけ、閉鎖空間内での荷待ち時間抑制に向けて、「運送会社や荷主企業・納品先間での荷待ち発生状況の情報共有化のための検討」や、「閉鎖空間内での自動運転実装に向けて必要な情報やデータの整理」を行う。
②トラック積載重量データ取得	<ul style="list-style-type: none">▶積込時に過積載（軸重オーバー）となる恐れがあり、荷役終了後、出発前に過積載運行となっていないかどうかを把握したいとするニーズは大きい。▶これを踏まえ、荷台に積まれた貨物の総重量（軸重）が法令で定める範囲内に収まっているかについて計測機器等により把握し、そのデータをタイムリーに把握するまでの実証実験を行う。
③日常点検項目確認に資する車両データ取得	<ul style="list-style-type: none">▶日常点検は事故防止等のため不可欠だが、その確認は運転者の属人的な経験や技量に依り、客観的把握や時間短縮の方策を提供できれば、運転者の「うれしさ」につながる。▶近年のトラックは電子制御が進んでおり、日常点検項目の確認に資するデータをトラックから取得して、確認・判定とトラック運転者の負荷軽減につなげられる可能性が考えられる。▶これを踏まえ、日常点検項目の確認に資する情報で、現時点で車両から取得可能なものを取り出し、そのデータを確認するまでの実証実験を行う。

運行履歴データの取得と活用-概要と意義

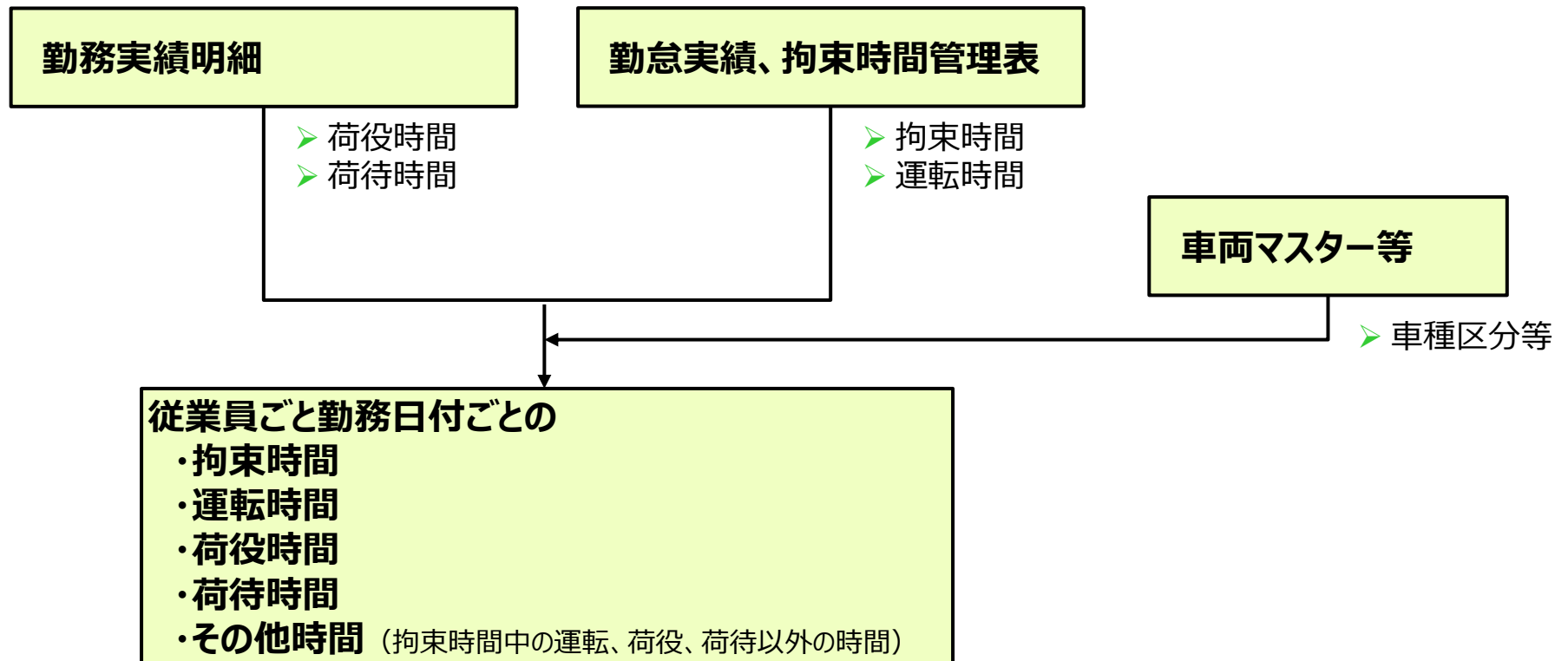
概要	<ul style="list-style-type: none">デジタルタコグラフ（以下「デジタコ」と表記）を活用した運行管理システムを導入しているトラック運送事業者にて記録された勤務実績明細その他のデータを分析することで、トラック運転者の拘束時間中に荷待時間等の占める割合等実態を把握する。これにより得られた分析結果をもって、運送会社が荷待ち時間発生の実態を荷主企業に伝達し、対策検討に向けた協議に活用できる可能性を検討する。
意義	<ul style="list-style-type: none">トラック運転者の乗務における「拘束時間」「運転時間」「荷役時間」「荷待時間」「その他時間」の実態について把握することで、自動運転によってどの程度拘束時間の短縮に寄与するか試算できる。また、当該データを活用して荷主庭先での荷待時間の発生状況を共有することで、その具体的場所や原因について特定することを促し、荷待時間の解消とこれに伴う長時間労働の改善に寄与する。ひいては、自動運転の実現にむけた運行計画の最適化に資することが期待できる。



運行履歴データの取得と活用-分析方法

デジタコを活用した運行管理システムから取得した各種データを紐づけ、運転者ごと・勤務日付ごとの拘束時間、運転時間、荷役時間、荷待時間およびその他時間を集計し、荷待ち時間の長さおよびトラック運転者の拘束時間中に荷待時間等の占める割合等を把握した。分析対象データと分析方法の概要・流れは以下のとおり。

データ件数：671件（2020年7月～11月の運行実績データ）



運行履歴データの取得と活用-分析結果

合計671件の運行データに関する合計時間、平均時間と、拘束時間および運転・荷役・荷待時間の各最長・最短時間を把握。

【合計時間】

車種	拘束時間	運転時間	荷役時間	荷待時間	その他時間	データ 件数
小型	325:00:00	96:50:00	23:02:00	117:52:00	87:16:00	30
中型	909:12:00	312:50:00	216:03:00	112:59:00	267:20:00	84
大型	6835:28:00	3300:53:00	1537:57:00	563:05:00	1433:33:00	557
総計	8069:40:00	3710:33:00	1777:02:00	793:56:00	1788:09:00	671

【平均時間】

車種	拘束時間	運転時間	荷役時間	荷待時間	その他時間
小型	10:50:00	3:13:40	0:46:04	3:55:44	2:54:32
中型	10:49:26	3:43:27	2:34:19	1:20:42	3:10:57
大型	12:16:19	5:55:34	2:45:40	1:00:39	2:34:25
総計	12:01:35	5:31:48	2:38:54	1:11:00	2:39:54

【各最長/最短時間】

車種	拘束時間		運転時間		荷役時間		荷待時間	
	最長	最短	最長	最短	最長	最短	最長	最短
小型	14:06:00	7:03:00	6:21:00	1:12:00	3:28:00	0:00:00	11:20:00	0:12:00
中型	15:37:00	4:50:00	7:32:00	1:06:00	8:14:00	0:00:00	7:12:00	0:01:00
大型	16:00:00	5:30:00	11:33:00	1:25:00	8:05:00	0:00:00	5:14:00	0:01:00



運行履歴データの取得と活用-関係事業者間の協議への活用

前頁の全体データ集計分析結果の他、荷待ち時間や荷待ち回数の多い特定車両のデータを対象に、トラック運送事業者と荷主企業との間で具体的な荷待ち場所の特徴や原因を把握し、荷待ち時間の解消・縮小につなげる可能性を確認するため、データ提供元であるトラック運送事業者にヒアリングを実施。

【運行データに基づくヒアリング具体例】

【事例（車両データ）】

- 車種：積載量10トンクラス トラック
- 主な荷主：輸送用機械器具製造業（専属）
- 主な用途：集荷・長距離輸送・納品（夕方出発・集荷、翌日未明納品）
- 合計荷待ち時間（7～11月）：64時間43分（76回）
- 平均荷待ち時間（7～11月）：51分6秒

【現場実態（ヒアリング結果）】

- ①当該具体例に係る認識の有無
 - 荷待ち時間については承知しており、荷主と協議して改善を図った上での現況と認識
- ②想定される理由（運送事業者視点）
 - 高速道路の深夜割引適用待ち
（客先での荷待ち時間解消のため協議し、集荷・納品時刻の指定に至った経緯有）
- ③改善に向けて既に取り組まれているか否か
 - 拘束時間短縮の必要性は認識しており、高速道路料金の節約よりも重要であることを今回のようなデータ分析に基づいて意識改革を促していくこと等を検討
- ④改善に向けてどのような課題があるか
 - 拘束時間短縮のメリットとさらなる取組の必要性に係る関係者間での認識共有



運行履歴データ取得・分析の実装上の有効性と課題

実装上の有効性	<ul style="list-style-type: none">▶ 運行履歴データを活用することによって、荷待時間の発生している車両・物流拠点および発生時間数等を明らかにすることができた。▶ この結果から、自動運転によってどの程度トラック運転者の拘束時間の短縮に寄与するかを概算することができる。▶ 今回提供されたデータにおいては荷待時間の発生した地点をも記録していることから、それぞれの荷待時間について具体的な発生理由までおおよそ特定可能であることを確認できた（100%特定するためには多面的な調査が必要）。
実装に向けての課題	<ul style="list-style-type: none">▶ 現実問題として、荷待ち時間の情報、個社ベースでは荷待ち時間削減に向けての協議材料としては有用だが、産業・社会一般の共有情報として活用するとした場合、発着荷主企業および運送会社の双方から拒否反応が生ずる可能性が高い。このため個社名を関係者外には完全クローズさせた形で活用する方策の模索が必要である。▶ 今回の実証にて行った荷待ち時間の算定や業務工程別の時間分析を、中堅中小の運送事業者が実務で行うことは現実的ではなく、算定分析用のソフトウェア開発整備または分析の実施・サポート体制の整備が必要である。▶ 当該データを活用して荷主庭先等での荷待時間の発生状況を、運送事業者と発着荷主企業とが共有する情報連携の仕組みを整備する必要がある。▶ 各社で記録・管理している既存データについて適宜提供を受けることによって、自動運転の実現にむけた運行計画の最適化に資することが期待でき、それに向けた体制整備が望まれる。



積載重量情報の取得と活用-概要と意義

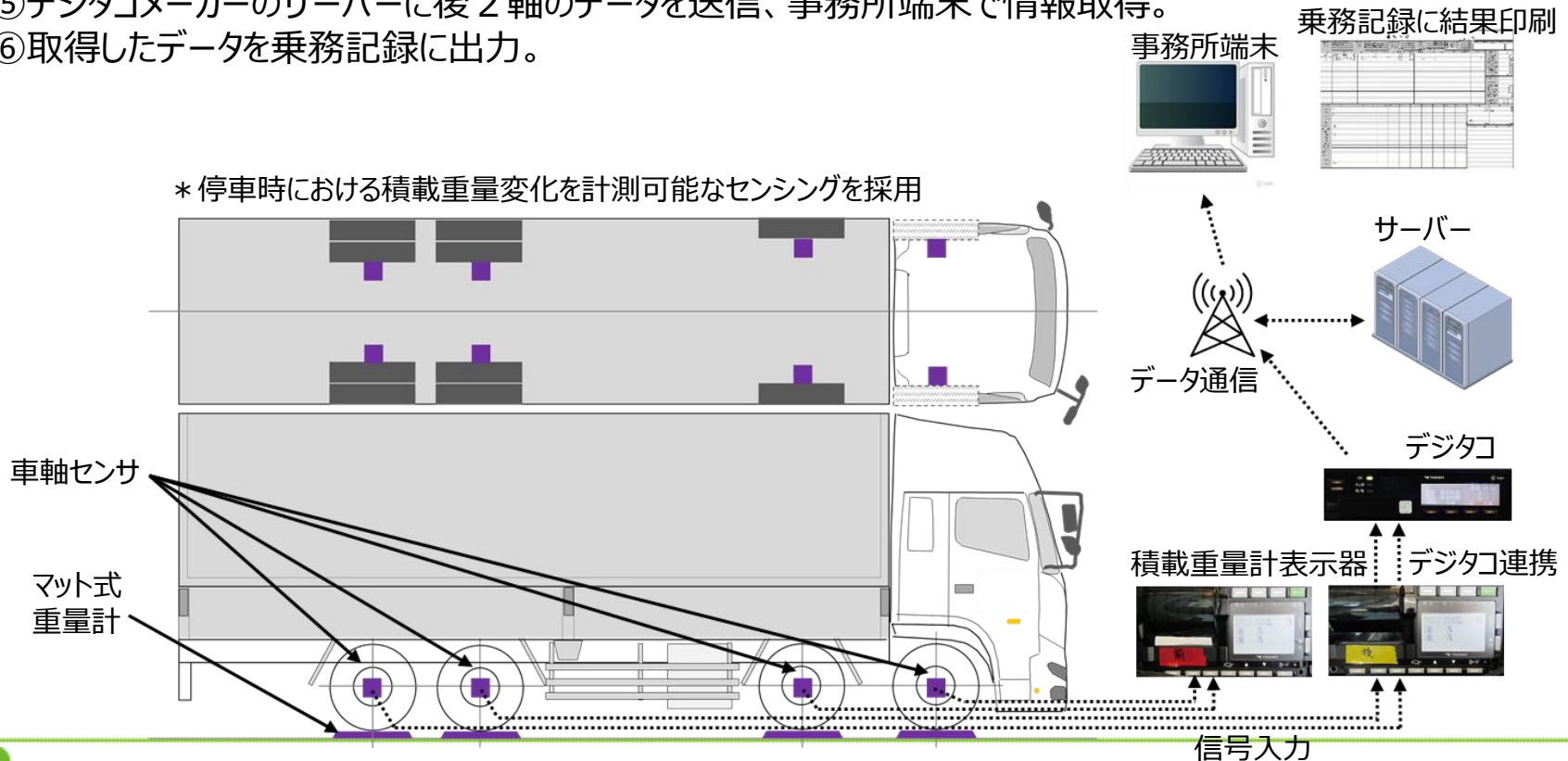
概要	<ul style="list-style-type: none">荷台に積まれた貨物の総重量が、その車両の最大積載量に収まっているかについて、荷室への荷重や軸重等により把握、積載時にリアルタイムで積載重量を把握する。
意義	<ul style="list-style-type: none">貨物の正確な積載量が把握できてることで、最大積載量に収まっているか否かがその場で判断できるもし過積載の状況が積込後に看貫台等で判明すると積み直しが必要となるため、荷待ちや作業時間の増大に繋がるが、積載時に積載重量を把握できれば荷待ちの抑制に繋がる過積載自体が法令違反であり、過積載の状況が正確に把握することで法令遵守の強化に繋がる積載量が把握できれば、空きスペースでの積み合わせ輸送や共同配送など操配等の工夫による積載効率アップ（輸送の効率化）に繋がる



積載重量情報の取得と活用-実証実験のシステム構成

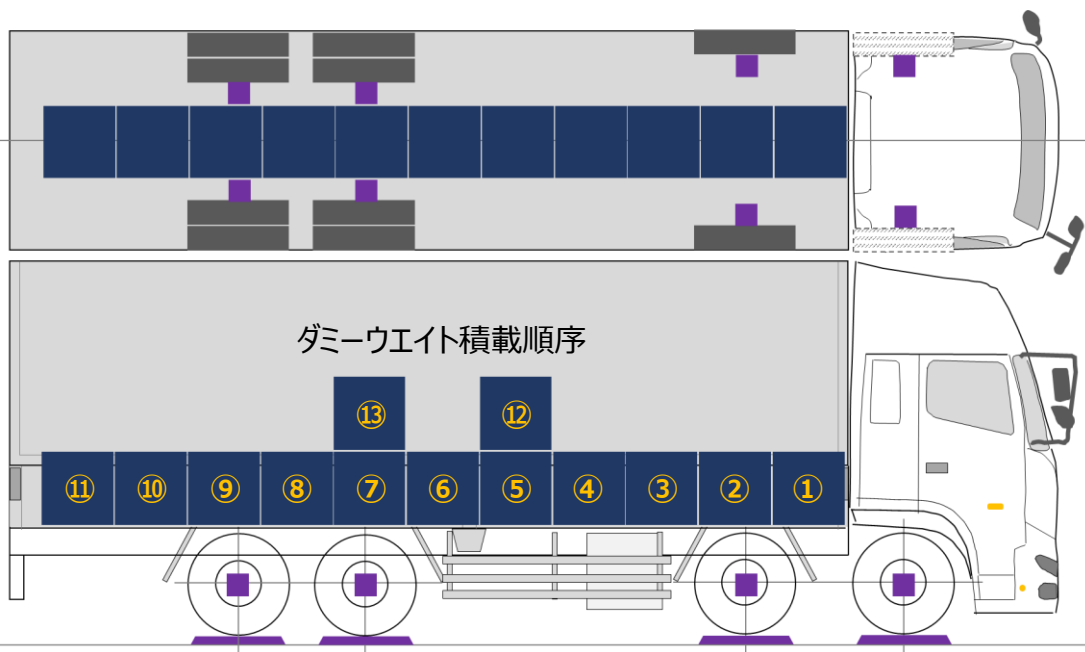
軸重センサーより軸重測定データを取得し、デジタコを経由して端末に情報送信。

- ①ダミーウエイト積載に対する積載重量計の計測結果を確認するため、マット式重量計を設置。
- ②各車軸（4軸×2）に軸重センサを設置。
- ③軸重表示器2台をキャブ内に並列設置（表示器の入力が最大3軸のため2台とした）。
- ④デジタコには後2軸の表示器の信号を送信（デジタコの入力が1系統のため）。
- ⑤デジタコメーカーのサーバーに後2軸のデータを送信、事務所端末で情報取得。
- ⑥取得したデータを乗務記録に出力。



積載重量情報の取得と活用-実証実験の手順

- ①空車状態から、ダミーウエイト1トンを1個単位で積載。*ダミーウエイトは3級基準分銅の1t分銅を使用
- ②試験車両の最大積載量が13.9トン（13,900kg）のため、ダミーウエイトを13トンまで積載。
- ③ダミーウエイトの積載順は、基本的にキャブ側（鳥居側）より順に後方へ向けて1個単位で積載。
※積載順は下図の丸数字を参照
- ④ダミーウエイト積載ごとに、マット式重量計、積載重量計表示器の結果を目視により記録。
- ⑤ダミーウエイト13トン積載時に、後2軸の表示器の合計値をデジタコ側で取得・印刷。
- ⑥全てのダミーウエイトを卸して空車状態に戻す。
- ⑦上記①～⑥を5回繰り返す。*路面環境が平坦であることを実験環境条件として実施



実証実験スケジュールなど

①実証実験日程

- 2021年1月 8日（金）（車軸センサー取付）
- 2021年1月11日（月）（積載重量計の校正作業）
- 2021年1月13日（水）（実証実験）

②実験場所（特定計量器製造事業者）

矢崎エナジーシステム相模原工場
神奈川県相模原市中央区宮下2-14-3



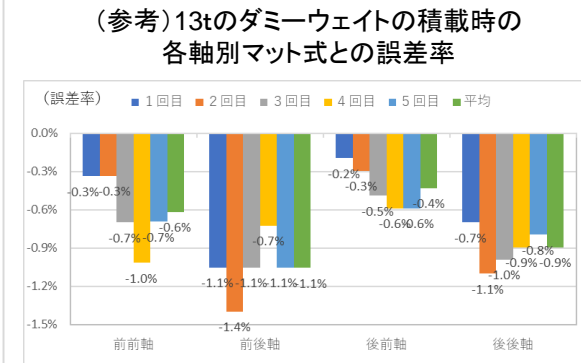
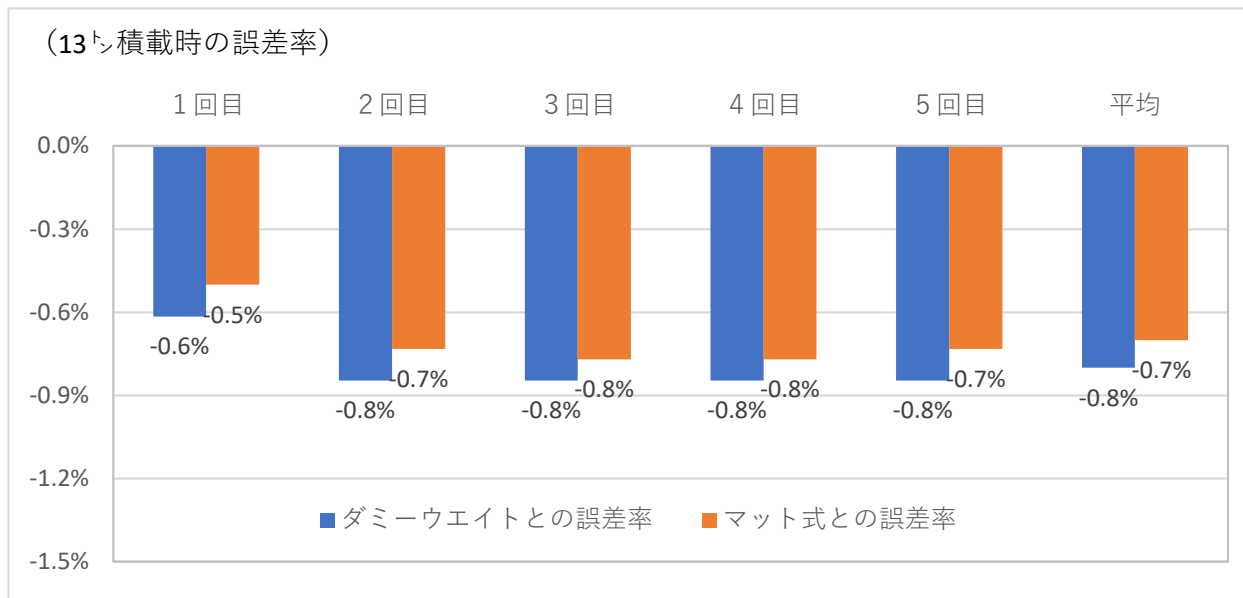
実験場所外観



実験車両

積載重量情報の取得と活用-実証実験結果の総括

- ・13 t のダミーウェイトの積載実験を5回行った結果、5回の全てで積載重量と軸重センサで計測された重量との誤差率は $\Delta 1\%$ 程度で、5回実施の平均では誤差率 $\Delta 0.8\%$ であった。
- ・同時に計測したマット式重量計による計測結果と軸重センサの計測結果とを比較した誤差率においても、5回の全てで $\Delta 1\%$ 程度であり、5回実施の平均では $\Delta 0.7\%$ であった。
- ・なお、13 t のダミーウェイトの積載時の各軸の誤差率（積載重量計とマット式との比較）をみると、いずれの軸も平均で 1% 程度に収まっている。



積載重量情報の取得と活用-実証実験結果の総括

運 転 日 報										出力日 21/01/18																				
日報番号	21011315561600020952		乗務員	99999999 テスト		出庫メータ	179.459.29	出庫日時	2021/01/13 15:56		走行時間	0.00		安全	経済	総合	燃費	CO2												
運行日	2021/01/13(水)		車両	00020952 SIP実証実験		入庫メータ	179.459.29	入庫日時	2021/01/13 16:07		アイドリング時間	0.11		-	-	-	-	-												
天候			車種	DTG7バックカメラ連動		走行距離	0.00	稼働時間	0.11		停止時間	0.00		-	-	-	-	-												
			実車 / 空車	距離		0.00 / 0.00	一般 / 高速 / 専用道	距離		0.00 / 0.00 / 0.00																				
No	作業	住所	着日時	発日時	作業時間	走行時間	アイドリング時間	所要時間	走行距離	品名	数量	積載状況	重量	始業日時	13/15:56															
1	出庫	相模原市中央区宮下二丁目		13/15:56		00:00	00:00	00:00					10.050 t	終業日時	13/16:07															
2	代替作業	相模原市中央区宮下二丁目	13/15:56	13/16:07	00:10	00:00	00:10	00:00	0.00					就業時間	0.11															
3	入庫	相模原市中央区宮下二丁目	13/16:07			00:00	00:00	00:00	0.00					残業時間	0.00															
														深夜時間	0.00															
														代替作業時間	0.10															
														荷積時間	0.00															
														修理対応時間	0.00															
														納品時間	0.00															
														休憩時間	0.00															
														その他時間	0.00															
														重量計	10.050t															
														出庫前ALC																
														入庫後ALC																
														連続走行時間	0:00															
														最高速 一般	0km/h															
														最高速 高速	0km/h															
														最高速 専用道	0km/h															
														速度OV回数	0															
														回転OV回数	0															
														Lv	1 2 3 4-															
														急発進・加速	0 0 0 0															
														急減速	0 0 0 0															
01/13(水)	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	給油量		通行料			
	80km/h	80																								ガソリン	0.00L	ETC	0	0回
	60km/h	60																								軽油	0.00L	現金	0	0回
	40km/h																									(距離)				
	20km/h																									合計	0.00L	合計	0	0回
	停止																									入口IC	出口IC	金額	精算日時	
	アイドリング																													
	高速・専用																													
	実車																													
	荷積																													
	荷卸																													
	待機																													
	休憩・休息																													
	他作業																													
	点検																													
	速度オーバー																													
	回転オーバー																													
	2000rpm																													
	1000rpm	1550																												

赤枠部分に重量
が表示される

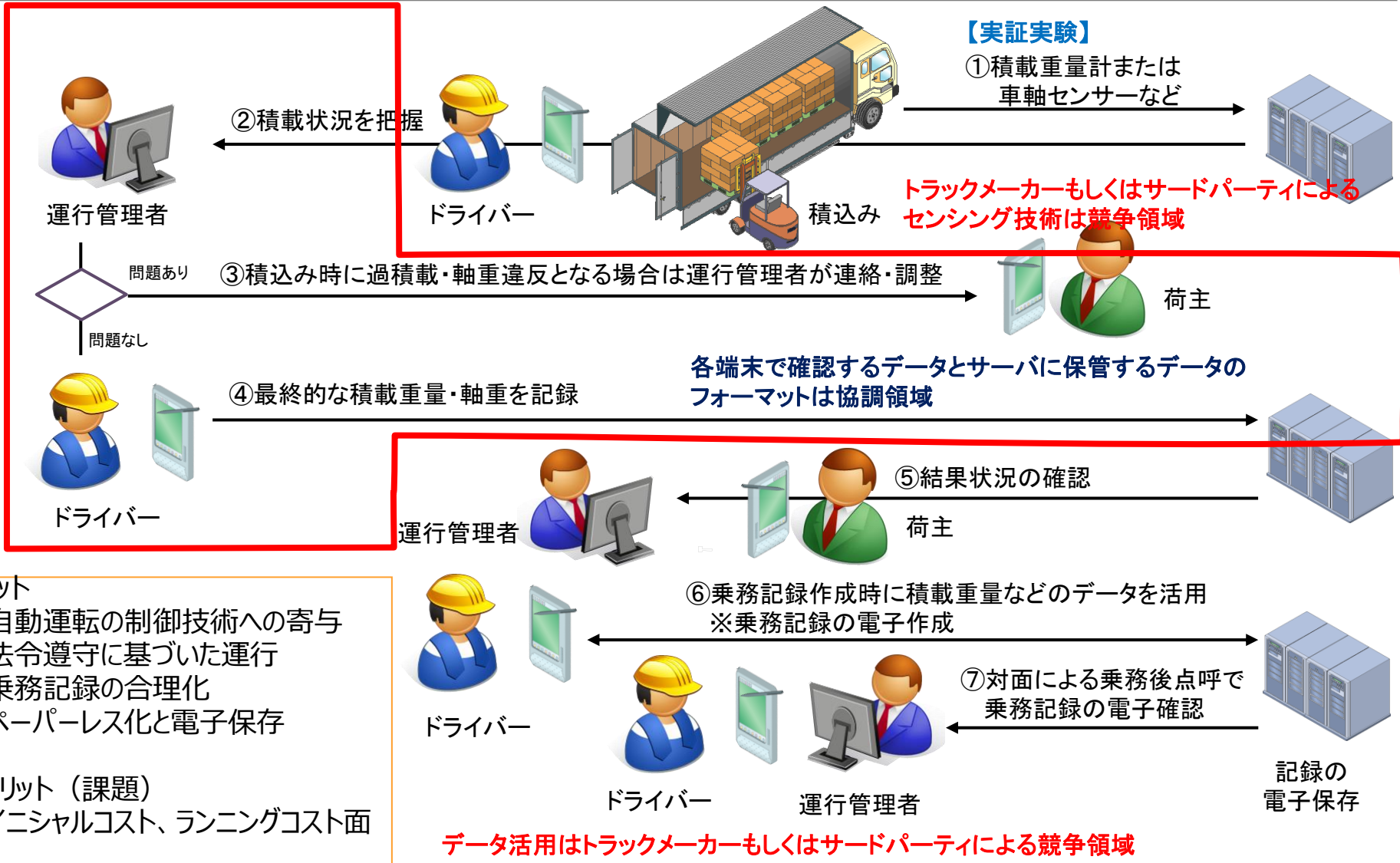


積載重量把握の実装上の有効性と課題

実装 上 の 有 効 性	<ul style="list-style-type: none">▶ 過積載運行は法令で禁止された行為であり、荷主先で過積載となった場合、積載した貨物を再び卸すため、作業時間が増加し、運行の遅延に繋がる。そのため、積載重量を把握することは、ドライバーはもとより、運送事業者や荷主にとっても重要なことである。▶ 今回の実証実験で使用した積載重量計は誤差率 1 %程度の精度が確認できた。また、積載重量は、トラックに設置する表示器で確認できるほか、デジタコと連携することで乗務記録に結果を記録することも把握できた。▶ 以上から、トラックの車軸から積載重量を把握する積載重量計は過積載運行を抑止する有効な手段であることが明らかとなった。
実装 に 向 け て の 課 題	<ul style="list-style-type: none">▶ 将来的には、乗務記録としての結果管理に留まらず、トラックから離れた場所でも適宜積載重量が把握できるよう、事務所へのデータ送信機能を持つタブレット端末などで確認できることも必要である。▶ 複数の関係者によるデータ確認なども考慮して、タブレット端末などに送信されるデータについては、各機器と連携できるよう暗号化された統一フォーマットであることが重要である。▶ なお、通常業務における乗務記録（運転日報）であれば軸重を表記する必要はないが、荷主や行政などへの対応を考慮して各軸重も記録されることも求められる。▶ その他、トラック運送事業者にとっては軸重センサ装着にかかるイニシャルコストに加えて、メンテナンスに係るランニングコストが負担増に繋がる懸念される。



積載重量情報の取得と活用-実装イメージ



- メリット
- 自動運転の制御技術への寄与
 - 法令遵守に基づいた運行
 - 乗務記録の合理化
 - ペーパーレス化と電子保存
- デメリット（課題）
- イニシャルコスト、ランニングコスト面

日常点検項目情報の取得と活用-概要

<p>目的と 方法</p>	<ul style="list-style-type: none">・実装時に実利用を想定する点検指示端末に代えて、隊列走行実験用車車間通信技術を搭載する車両を「疑似端末」として活用し、日常点検の点検項目のうち、車車間通信での車両状態モニタにて把握可能な情報について、情報端末等を利用して車両情報を取得、活用することで点検作業にかかる負荷、時間を軽減し、荷待ち時間や拘束時間全体の削減に繋げる
<p>期待 される 効果</p>	<ul style="list-style-type: none">・運行前に必ず実施しなければならない日常点検にかかる時間が短縮されることで、拘束時間全体が抑制される。・点検で異常が発見されるケースを想定し、トラック運転者心理として早めに出社する傾向があるため、この部分の心理負担が軽減されることで早出の抑制に繋がる。・早めの出社→早めの出発→早めの到着の連鎖で集荷先、配送先への早着、荷待ち時間の発生に繋がるケースがあり、これらを抑制することが可能



日常点検項目情報の取得と活用-実証実験のシステム構成

実装時には「端末の操作によって日常点検の予約指示と点検実施を行う」ことをイメージするが、今般はトラック隊列走行の車車間通信技術を活用し、指示車両の操作を「疑似端末による日常点検予約・実施」と位置付けて実証実験を行った。

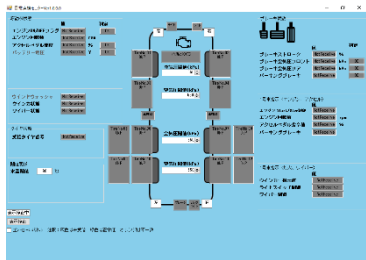
- ① 日常点検の項目（点検項目）を実施を指示する指示車両を配置。
- ② 指示を受けて、点検項目を実施する車両（実施車両）を配置。
- ③ 指示車両（疑似端末）は、有人により、実験予定の点検項目を実施車両に指示。
- ④ データ通信により、指示内容を実施車両に送信。
- ⑤ 実施車両は、指示を受けた点検項目を自動で実施。
(実施状況を確認するため、また、安全確保のため運転席に要員を配置)
- ⑥ 事務所端末に、指示車両（疑似端末）と実施車両の状況を随時送信し、実施状況をモニター画面で確認。

- 実証実験スケジュールなど
- ① 実証実験日程
 - 2021年3月5日（金）
システム動作チェック
 - 2021年3月8日（月）
システム調整、予備実験
 - 2021年3月9日（水）
実証実験
 - ② 実験場所（非公開）



実験車両

指示車両の状態と実施車両の結果のモニター画面



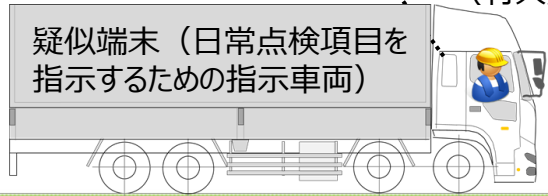
事務所端末



データ通信



日常点検項目を実施する車両



疑似端末（日常点検項目を指示するための指示車両）



2. 日常点検項目実施
(自動操作)

1. 日常点検項目指示
(有人操作)

日常点検項目情報の取得と活用-実証実験の手順

- ① 信号取得が可能と思われる点検項目について実施（右表参照）。
- ② 実施手順は以下の通りとした（左ウインカを例として示す）。
 - a. 有人により、指示車両が「左ウインカON」を行う。
 - b. この行為により、実施車両に「左ウインカON」の指示が行われる。
 - c. 実施車両の「左ウインカON」がなされたことを、運転席の要員が目視確認する。
 - d. 事務所端末で作動指示信号の受信し、パソコンのモニター画面で、指示車両と実施車両の「左ウインカON」の状況を確認する。
 - e. 目視及びモニター画面で状況を確認することにより、日常点検項目の代用確認の成否を判断。

※指示車両の操作を「疑似端末による日常点検予約・実施」とみなした。

点検箇所	点検項目	点検の実施の方法	実施の有無※		
運行中の異常箇所	当該箇所の異常	前日又は前回の運行中に異常	×		
運転席での点検	ブレーキ・ペダル	踏みしろ、ブレーキのきき	床板とのすき間や踏みごたえ	×	
	駐車ブレーキ・レバー	引きしろ(踏みしろ)	レバーの固定、空気の排出音	○	
	原動機(エンジン)	※かかり具合、異音	エンジンのスムーズな回転、エンジン始動時及びアイドリング状態の異音	○	
		※低速、加速の状態	アイドリング時の回転 アクセル・ペダルの引っ掛かり、スムーズな回転	○	
	ウインド・ウォッシャー	※噴射状態	ウインド・ウォッシャー液の噴射の向き及び高さ	×	
	ワイパー	※拭き取りの状態	低速及び高速の各作動、きれいな拭き取り	○ 間欠 低速 高速	
	空気圧力計	空気圧力の上がり具合	空気圧力の上がり具合、空気圧力計の表示範囲	○ フロント リヤ	
	ブレーキ・バルブ	排気音	ブレーキ・バルブからの排出音	○	
	エンジンの点検	ウインド・ウォッシャー・タンク	※液量	ウインド・ウォッシャー液量	×
		ブレーキのリザーバ・タンク	液量	リザーバ・タンク内の液量(MAX~MINなど)	-
バッテリー		※液量	バッテリー各槽の液量(UPPER~LOWERなど)	-	
ラジエーターなどの冷却装置		※水量	リザーバ・タンク内の冷却水の量(MAX~MINなど)	△	
潤滑装置		※エンジン・オイルの量	オイル・レベル・ゲージにより示された範囲内	-	
ファン・ベルト	※張り具合、損傷	ベルトたわみ、損傷	-		
車の周りからの点検	灯火装置、方向指示器	点灯・点滅具合、汚れ、損傷	前照灯、制動灯などの灯火装置の点灯具合や方向指示器の点滅具合	○ 車幅灯 ロービーム ハイビーム ウインカ左 ウインカ右 ハザード ブレーキ 後退灯	
			レンズや反射器に汚れや変色、損傷	△ ナンバー (フォグ)	
	タイヤ	空気圧 取付けの状態 亀裂、損傷 異状な摩耗 ※溝の深さ	空気圧の不足 ディスク・ホイールの取付状態 亀裂や損傷、異物が刺さり、かみ込み 異状な摩耗 溝の深さの不足	○ ×	
エア・タンク	タンク内の凝水	エアタンクの凝水	×		
ブレーキ・ペダル	※踏みしろ、ブレーキのきき	ブレーキ・チャンバとロッドのストローク、ドラムとライニングのすき間	-		

【※】 走行距離、運行時の状態等から判断した適切な時期に実施する項目
 【○】 実証実験で実施したもの 【△】 信号取得やハーネス分岐等で実施可能と思われるもの
 【×】 目視による点検が必要と思われる、自動化に適合しないもの 「-」 対象除外

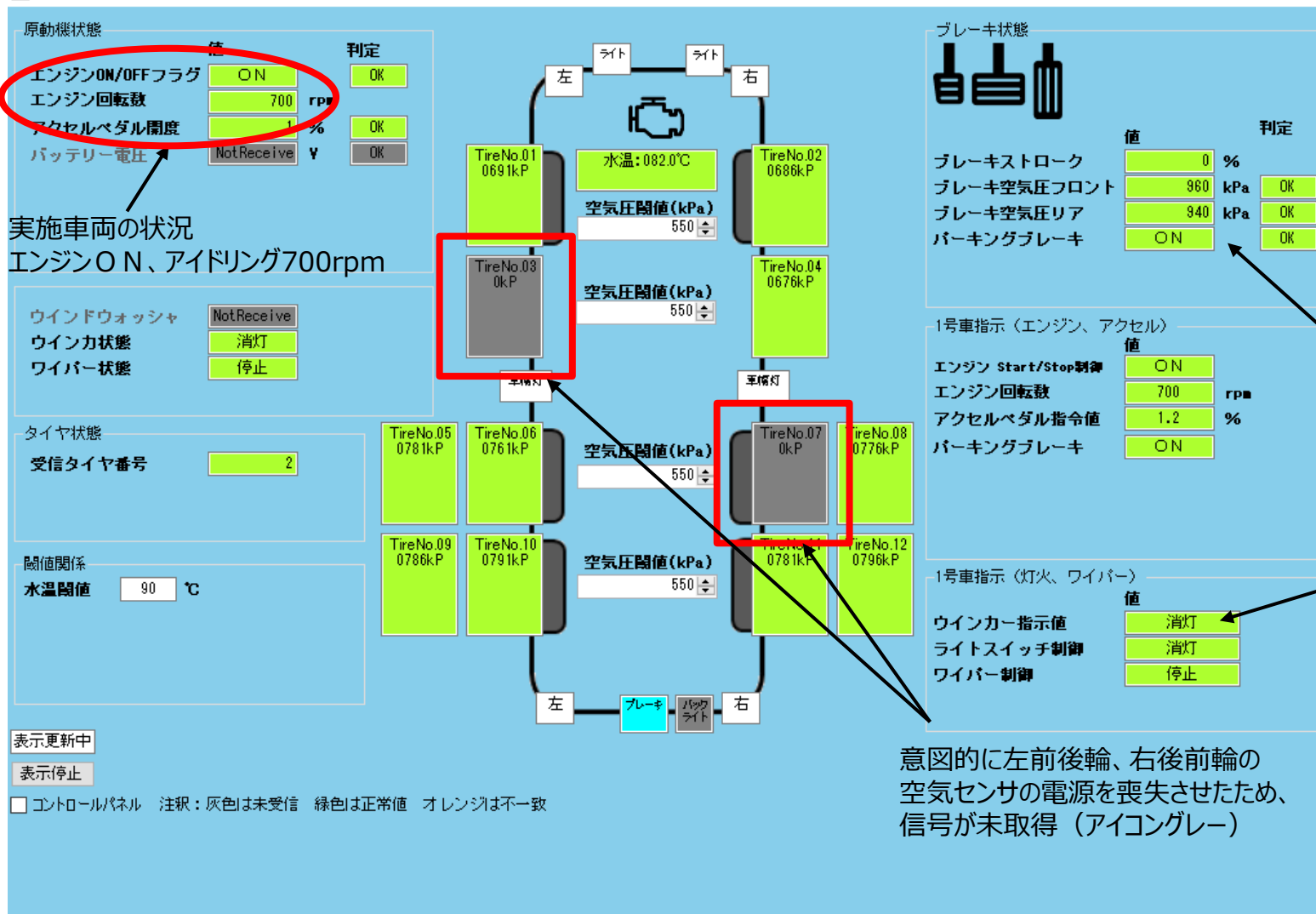
車両データを活用して状態確認した日常点検項目

- ◆ エンジンをつける／止める
- ◆ エアブレーキの圧力数値（リアルタイム値）
 - エアタンクの圧力数値を対象とし、ブレーキを踏んだ時の圧力値は対象外とした。
 - 空気圧の上がり具合の処理については略
- ◆ 駐車ブレーキの信号（エアブレーキのため、駐車ブレーキのOn/Offのみ）
- ◆ アイドリング時の回転数（リアルタイム値）
- ◆ エンジン回転数をアイドル～グリーンゾーン下限まで3回操作したときの波形（リアルタイム値。）
- ◆ ワイパーの低速／高速の可動（拭取具合は略）
- ◆ 灯火類（前照灯ロービーム、車幅灯、方向指示器、制動灯）
 - 前照灯ハイビームの作動は現時点でデータ取得・通信可否が不明であるため、対象外とした。
- ◆ タイヤの空気圧に関する項目（TPMSを活用）



日常点検項目情報の取得と活用-実証実験結果

日常点検モニターVer1.0.0.0

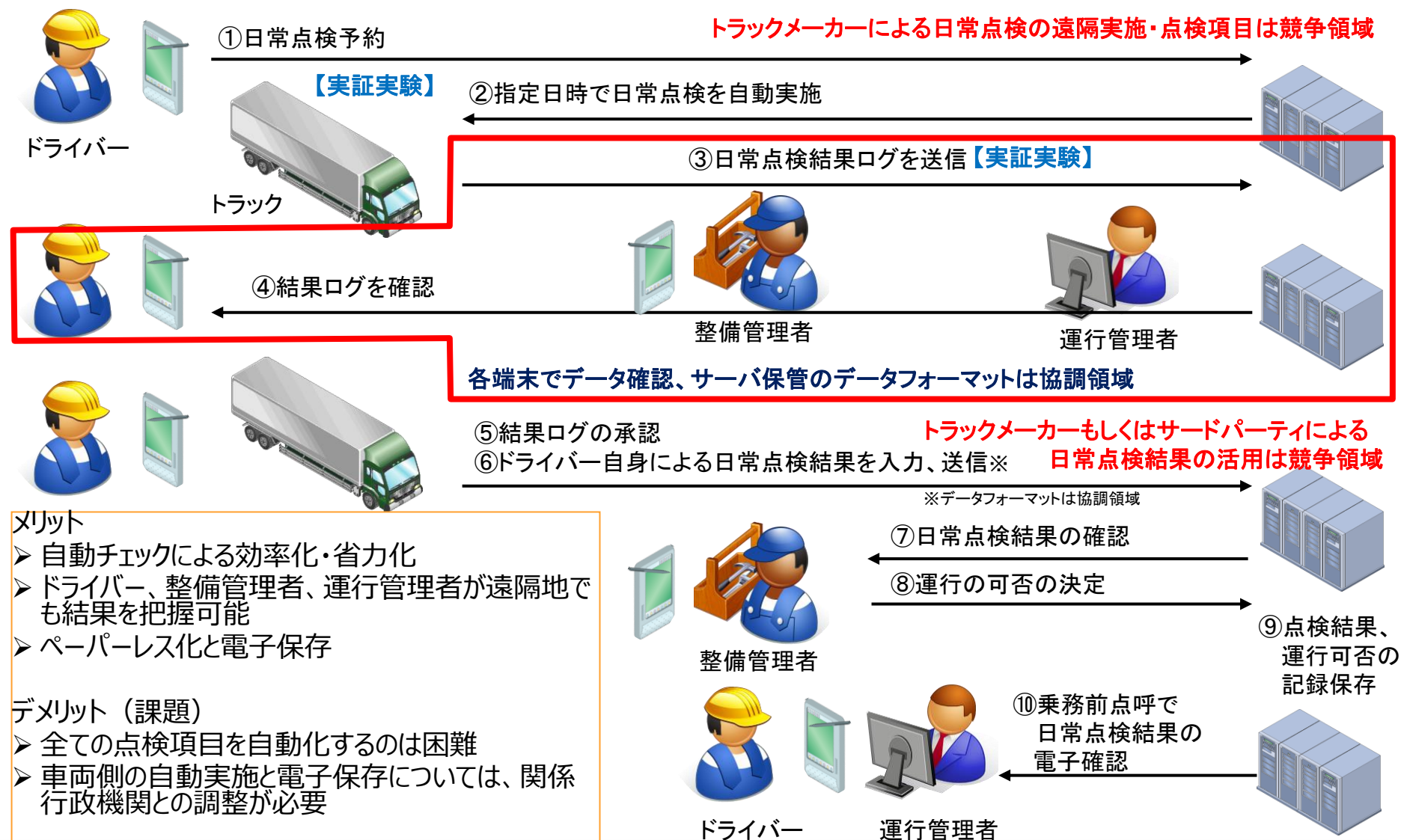


日常点検項目自動確認の実装上の有効性と課題

実装上の有効性	<ul style="list-style-type: none">➤ 事業用トラックは、運行開始前に日常点検を実施することが義務づけられており、現在は主に目視により実施されている。日常点検項目の多くは、車両制御信号を活用することが可能であり、これらを活用できれば点検の効率化が期待できる。➤ 今回の実証実験では、隊列走行車両の車車間通信を活用することで、擬似的に遠隔地から日常点検を指示し、ドライバーが操作をすることなく無人で日常点検項目の多くを実施することができた。同時に車車間通信技術は、遠隔地で点検結果を把握でき、その結果をログとして保存できる方向性が見いだせた。➤ 以上から、トラックの車両制御信号を活用して日常点検を自動的に実施し、情報端末等にその結果を送信・活用することは、ドライバーの作業時間・負荷低減に繋がることが明らかとなった。
実装に向けての課題	<ul style="list-style-type: none">➤ 今後は、ブレーキや前照灯等の灯火類が片切れ等一部不灯火が生じた場合の対応について検討する必要がある。また、日常点検項目のバッテリーや冷却水等の液量について、車両信号で点検内容の代用となり得るか検討に資するよう、車両から信号取得が可能か検討する必要がある。➤ 一方、タイヤの溝の深さや灯火装置の汚れなど、目視によらなければ確認の難しい項目があるため、日常点検の全てを完全に無人化することには課題が残る。➤ なお、現行制度では日常点検の記録と整備管理者の確認、保管が義務付けられているため、日常点検項目を自動確認しても、その結果を紙の記録簿に記帳、保管する必要があり、事務作業の軽減に繋がらない。



日常点検項目情報の取得と活用-実装イメージ



メリット

- 自動チェックによる効率化・省力化
- ドライバー、整備管理者、運行管理者が遠隔地でも結果を把握可能
- ペーパーレス化と電子保存

デメリット（課題）

- 全ての点検項目を自動化するのは困難
- 車両側の自動実施と電子保存については、関係行政機関との調整が必要

総括

「荷待ち時間発生状況の実態把握」「積載時の積載重量リアルタイム把握」「日常点検項目の効率化」等のユースケースを踏まえた実証実験を通して、以下のデータ項目がトラック運行時間の抑制に有効に活用できることを検証した。

	データ項目	取得デバイス	データ活用の有効性／可能性の確認工程				
			営業所	走行	積込/積卸場所	管理	
運行履歴 データ分析	拘束時間	車載器データ等 個社システム	-	全般	全般	<ul style="list-style-type: none"> ・操配、燃費管理 ・常務記録作成 ・拘束時間管理 ・交通事故防止 	
	運転時間						
	荷待ち時間						
	作業（荷役）時間						
積載重量把握	積載物の実重量（軸重）	個社システム	積込、積卸	-	積込、積卸	<ul style="list-style-type: none"> ・操配、定期点検 ・常務記録作成 ・拘束時間管理 ・交通事故防止 	
日常点検項目	駐車ブレーキ・レバー (引きしろ(踏みしろ))	車両データ等	日常点検 ↓ ・日常点検結果 全体を受けて 運行可否決定に 活用 ↓ ・運行可否決定を 点呼に活用	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ・日常点検記録の 作成 ・定期点検 ・交通事故防止 ・貨物事故防止 	
	原動機 (エンジン)						(かかり具合、異音) (低速、加速の状態)
	ワイパー(動作状態)						
	空気圧力計 (空気圧力の上がり具合)						
	ブレーキ・バルブ(排気音)						
	灯火装置、方向指示器 (点灯・点滅具合)						
	タイヤ(空気圧)						

運行履歴データの物流効率化への利活用に向けたアーキテクチャ整理

目的 (戦略・政策)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ トラック運転者不足への対応 → トラック運行時間の抑制 → 荷待ち時間の抑制・縮小
ルール	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 自動車運転者の労働時間等の改善のための基準（改善基準告示） ▶ 貨物自動車運送事業法（輸送安全規則）
組織 (関係事業者)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 出荷・運送・入庫に係る物流およびサプライチェーン上の事業者（トラック運送事業者、発荷主企業（出荷元）、着荷主企業（納品先）） ▶ データ出力機材関連メーカー（車載機器メーカー・トラックメーカー） ▶ ソフトウェア開発ベンダー ▶ 関係行政機関（国土交通省、厚生労働省等または外局機関）
サービス (ビジネス)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 荷待ち時間の発生状況の可視化と直接関係者間での共有環境整備 ▶ 荷待ち時間を含めた総合的な運行業務時間分析 ▶ マクロデータとしての荷待ち時間発生状況の資料化 ▶ 将来的には、物流拠点内入出庫バスの混雑状況に応じた拠点内への進入のコントロール



機能	<ul style="list-style-type: none"> ▶ トラック運行過程の業務工程別履歴記録機能 ▶ 荷待ち時間を中心としたトラック運転者の業務工程別就業時間分析機能 ▶ 関係事業者間でのトラック運行データ連携共有機能 ▶ セキュリティ管理・データ暗号化機能 ▶ 将来的には、リアルタイムでの動態管理・拠点内進入予定車両の交通整理機能
データ	<ul style="list-style-type: none"> ▶ トラック運行過程の履歴記録データ ▶ トラック運送会社 および発着荷主企業の入出庫先拠点等の事業所データ ▶ 外部データ（地図・位置情報、道路交通情報、その他運行データや動態管理データを読み解く上で必要なデータ）
アセット (データリソース)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ トラック車両 およびトラック装備車載機器 ▶ 積載重量計

積載重量・日常点検項目に関するデータの利活用に向けた アーキテクチャ整理

目的 (戦略・政策)	<ul style="list-style-type: none"> ▶トラック運転者不足への対応 → トラック運行時間の抑制 →運行前の点検・確認業務の効率化／必要以上の早出・出発に起因する荷待ち発生防止 →積載時の重量確認による積み直しの解消／不要な作業の発生に起因する荷待ち発生防止 ▶トラックの安全・遵法運行の推進 →日常点検項目確認に資するデータや適正積載重量確認状況等のデータを含めて 将来的にはトラック安全・遵法運行に係るデータの一元集約・管理が望ましい。
ルール	▶道路運送車両法、道路交通法、貨物自動車運送事業法（輸送安全規則）
組織 (関係事業者)	<ul style="list-style-type: none"> ▶トラック運送事業者、発荷主企業 ▶トラックメーカー・車載機器メーカー ▶国土交通省、警察庁、他関係行政機関
サービス (ビジネス)	<ul style="list-style-type: none"> ▶トラック運送事業者向け⇒日常点検・積載重量測定効率化による拘束時間削減 ▶トラック運送事業者・発荷主企業向け⇒過積載発生防止 ▶トラックメーカー向け⇒自社開発車両の不具合の有無確認 ▶行政機関向け⇒トラック車両の整備状況や事故情報その他トラックの安全運行・遵法運行を促進するための統計資料の整備



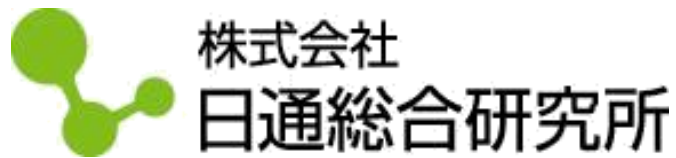
機能	<ul style="list-style-type: none"> ▶車両信号に基づく日常点検項目の確認結果を目視判断できる表示機能 ▶日常点検項目確認結果・積載重量データの運行管理者の端末へのデータ送信機能 ▶セキュリティ管理・データ暗号化機能
データ	<ul style="list-style-type: none"> ▶日常点検項目確認に資する車両信号データ ▶積載重量データ ▶外部データ（地図情報、車両・安全運行確保に関連するデータ）
アセット (データリソース)	<ul style="list-style-type: none"> ▶トラック車両（日常点検項目確認に資する信号発信） ▶積載重量計

今後の課題

トラック運行時間やトラック運転者の労働時間抑制に運行データを活用することを目的とした検討や調査実証の深耕を図るため、有用な車両データ項目の探査継続や統一データフォーマット策定、および車両・プローブデータや周辺関連データとの連携等を引続き検討する必要がある。

- ◆車両データについては、荷待ち時間抑制や日常点検項目確認に有用なデータ項目が更に存在する可能性があり、探査継続の意義がある。
ただし、トラック車両から一次データとして取得されるCANデータは、トラックメーカーから提供の了承を受けることが難しい。このため、CANデータ等を加工生成した「二次データ」を活用対象とすることを検討する必要がある。
- ◆この二次データを「協調領域」に属するデータとしてトラックメーカー各社から提供を受けると共に、物流効率化に活用できるものとするためには、統一データフォーマット案整備も検討が必要である。
- ◆一方で、車両データだけではカバーしきれないデータ項目も存在することから、車両データや車載機器データ等の連携による有効性拡大の可能性や実装可能性を検討することも重要である。

※検討の前提として、トラックメーカーの情報活用の動向や、トラック運送業界のニーズを引き続き確認していくことが大切である。



Nittsu Research Institute and Consulting, Inc.

