
4. モーダルシフトの輸送計画モデルの実輸送実験

(3) いちごの佐賀発首都圏向け鉄道輸送

(冷蔵コンテナと防振パレットによる鮮度保持と荷傷みの軽減)

4. （3）①実輸送実験の目的及び概要

【実験の目的・ねらい】

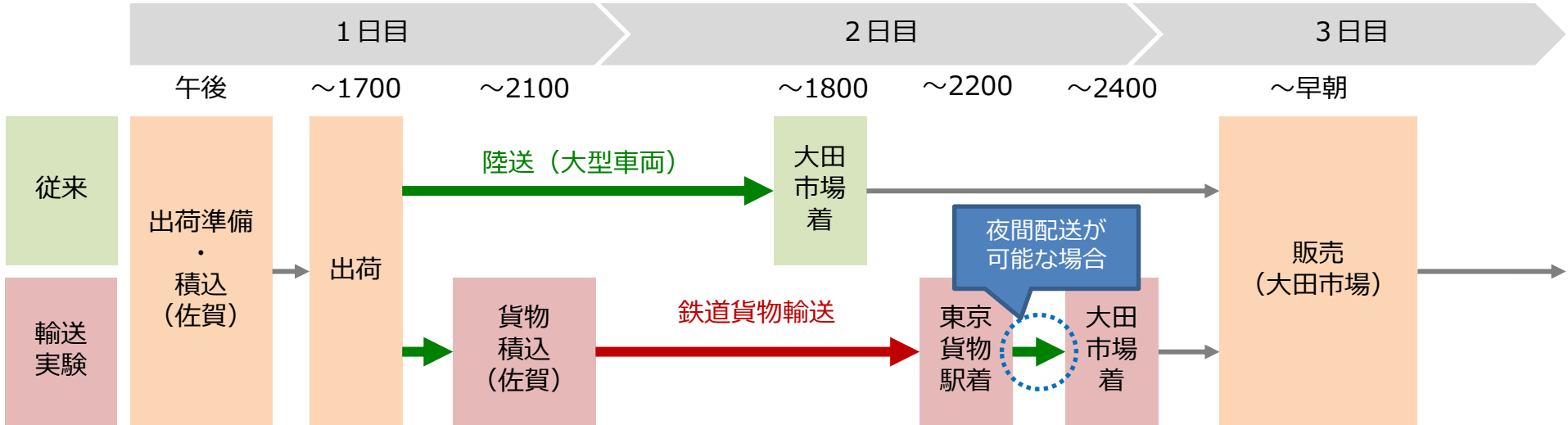
- ・ 佐賀県産の「いちご」は、品質管理（温度管理・荷傷み）や消費地への到着時間等を要因として、従来は大型トラックによる陸送での出荷が行われてきた。
- ・ 一方、全国的な課題である2024年問題に対応するためには、モーダルシフトが重要であり、品質管理の難易度が高い「いちご」をモーダルシフトにより出荷することが可能となれば、今後、多種多様な品目において、鉄道貨物の活用が可能と考えられる。
- ・ 「いちご」を鉄道貨物を用いて出荷する際には、温度管理を徹底するための「冷蔵コンテナ」と鉄道輸送時における振動により「いちご」の荷傷みを回避するための「防振設備（パレット）」の活用が重要と考えられる。
- ・ こうした課題認識を踏まえ、本実験では、「冷蔵コンテナ」「防振設備（パレット）」を活用して、佐賀県から東京都まで「いちご」を鉄道貨物により輸送し、今後の実用可能性について検証・検討することを目的とする。

実験関係者（実施主体）		全農物流株式会社
その他関係者（協力者）		全国農業協同組合連合会及びJAさが（商品提供及び全体調整）、株式会社丸和通運（冷蔵コンテナ提供）、株式会社ナベヤ（輸送防振パレット制作及びデータ分析）
現状輸送手段・輸送行程		大型トラック（陸上）陸送、東京翌日夜着、翌々日（3日目）販売
輸送品目	品目名	佐賀県産いちご（「いちごさん」）
	荷姿	輸送防振パレット・樹脂（プラスチック）パレット・コンテナ内平積
	数量	3,970パック：輸送防振パレット1,900・樹脂パレット1,900・コンテナ内平積170
	パレット	JPR社製・レンタルパレット（プラスチック）
	輸送機材	丸和通運鉄道クールコンテナ（12ft）
発地（産地）	荷送人	JAさが
	出発施設	JAさが第一いちごセンター・嘉瀬（佐賀県佐賀市嘉瀬町大字荻野3041）
着地（消費地）	荷受人	東京青果株式会社（東京都中央卸売市場大田市場）
	到着施設	同上（東京都大田区東海3-2-1）
輸送手段		鉄道コンテナ
輸送行程		JAさが第一いちごセンター・嘉瀬～鍋島駅～東京貨物ターミナル駅（翌日夜着）～着施設
輸送事業者		株式会社丸和通運

4. (3) ②評価項目と評価方法

【輸送工程】

- ・ 従来の陸上輸送（大型車両）と今回の実輸送実験における輸送工程の比較は次のとおり。
- ・ 鉄道貨物を活用した場合でも佐賀県における出荷時間や東京都中央卸売市場における着時間は大きく変わらない。ただし、夜間の配送を請け負わない物流事業者が増えつつあり、東京貨物ターミナル駅から大田市場へ2日目中に到着させられない場合販売日が1日遅れ（4日目）となる可能性がある。



※本実輸送実験では、2月20日（月）2126鍋島駅発、2月21日（火）2104東京貨物ターミナル駅着の1054列車を対象に輸送実験を実施

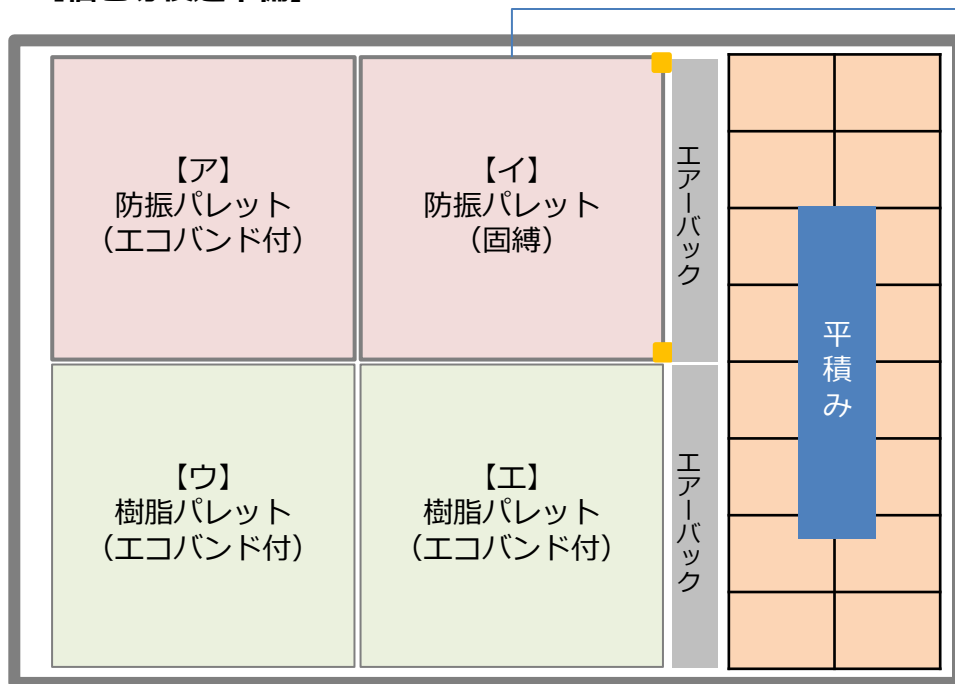
【評価項目及び評価方法】

- ・ 本実輸送実験では、「冷蔵コンテナ」と「防振パレット」を使用することによる輸送時の衝撃や衝撃による商品への影響等を把握し、鉄道貨物輸送による「いちご」の出荷について、実用可能性を検証することを目的としている。
- ・ 本実輸送実験における評価項目及び評価方法は次のとおりである。

	視点	評価・検証項目	評価・検証方法
1	衝撃吸収及び振動	積込・出荷～鉄道輸送～着荷・荷下ろしにおける防振パレットの防振効果	防振パレット・樹脂パレット・平積み別の振動及び衝撃吸収データの比較分析
2	温度管理	鉄道輸送時における冷蔵コンテナ内の温度変化	鉄道輸送時における室温変化の状況確認
3	商品品質（荷傷みなど）	鉄道輸送により出荷されたいちごの商品価値・品質	着荷時における荷崩れ・梱箱等商品状況の目視確認

4. (3) ③実輸送実験の実施結果 (積込準備)

【梱包等積込準備】

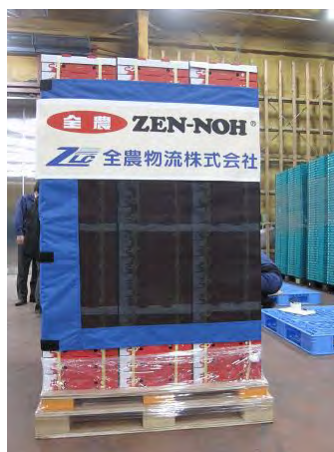
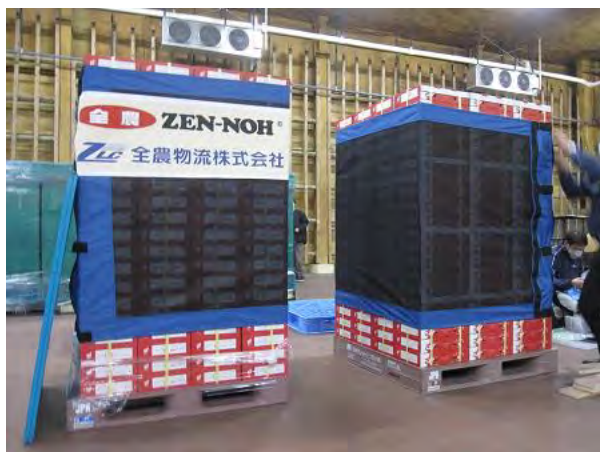


実輸送実験で使用した防振パレット及びデータロガー



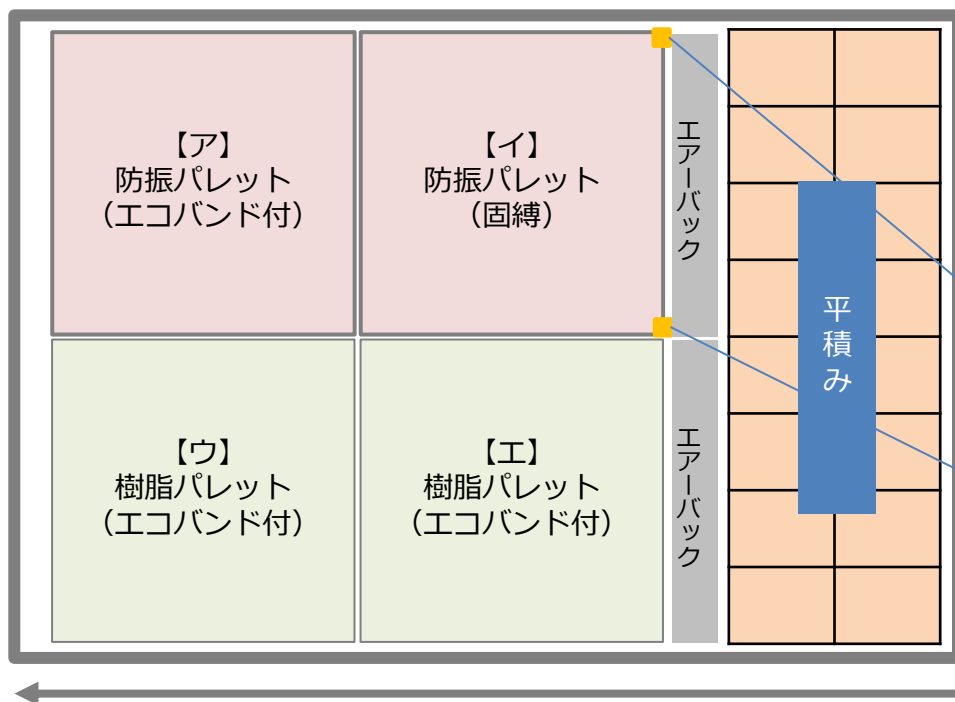
商品とともに積込

従来の樹脂パレット (左) と防振パレット (右)



4. (3) ③実輸送実験の実施結果（積込・出荷）

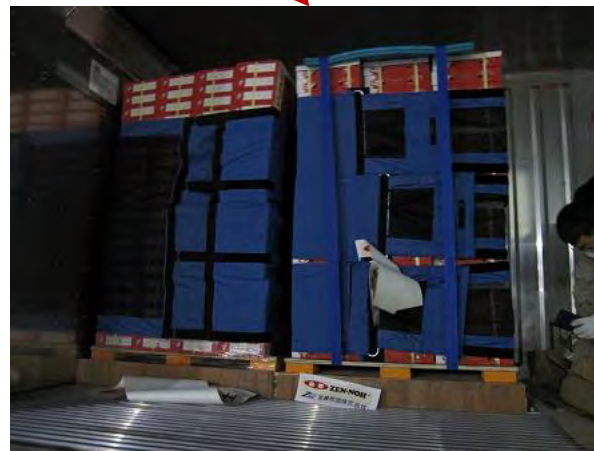
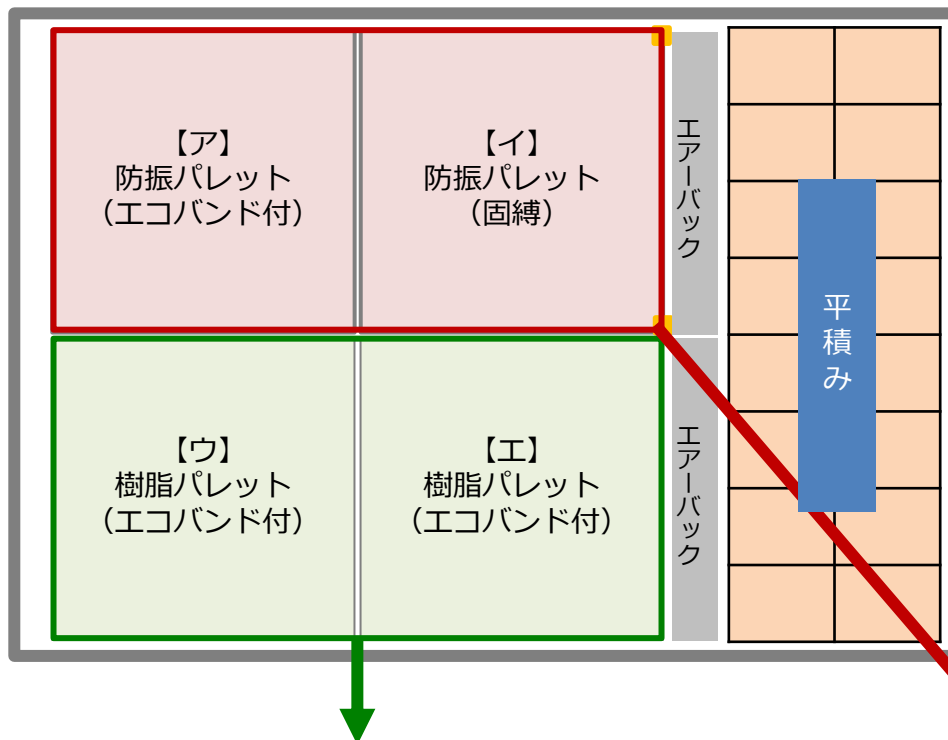
【積込作業及び出荷時の荷姿】



鉄道貨物輸送時にパレットの位置ずれが生じないように固縛したうえで出荷を行っている。

4. (3) ③実輸送実験の実施結果 (着荷・荷下ろし)

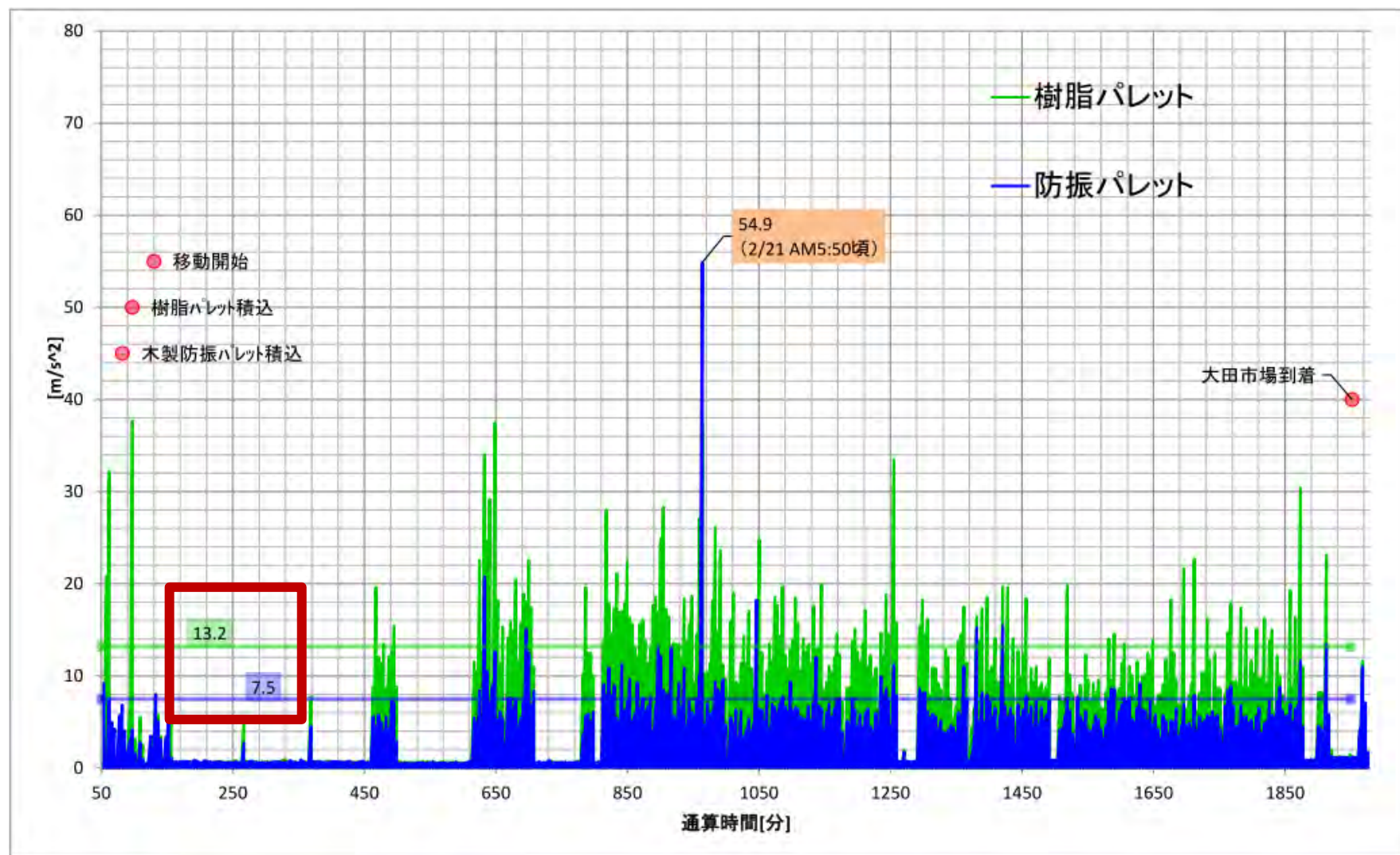
【着荷・荷下ろし作業時の状況】



4. (3) ④実輸送実験の評価（衝撃吸収及び振動）

【樹脂パレット・防振パレットの衝撃吸収・振動比較】

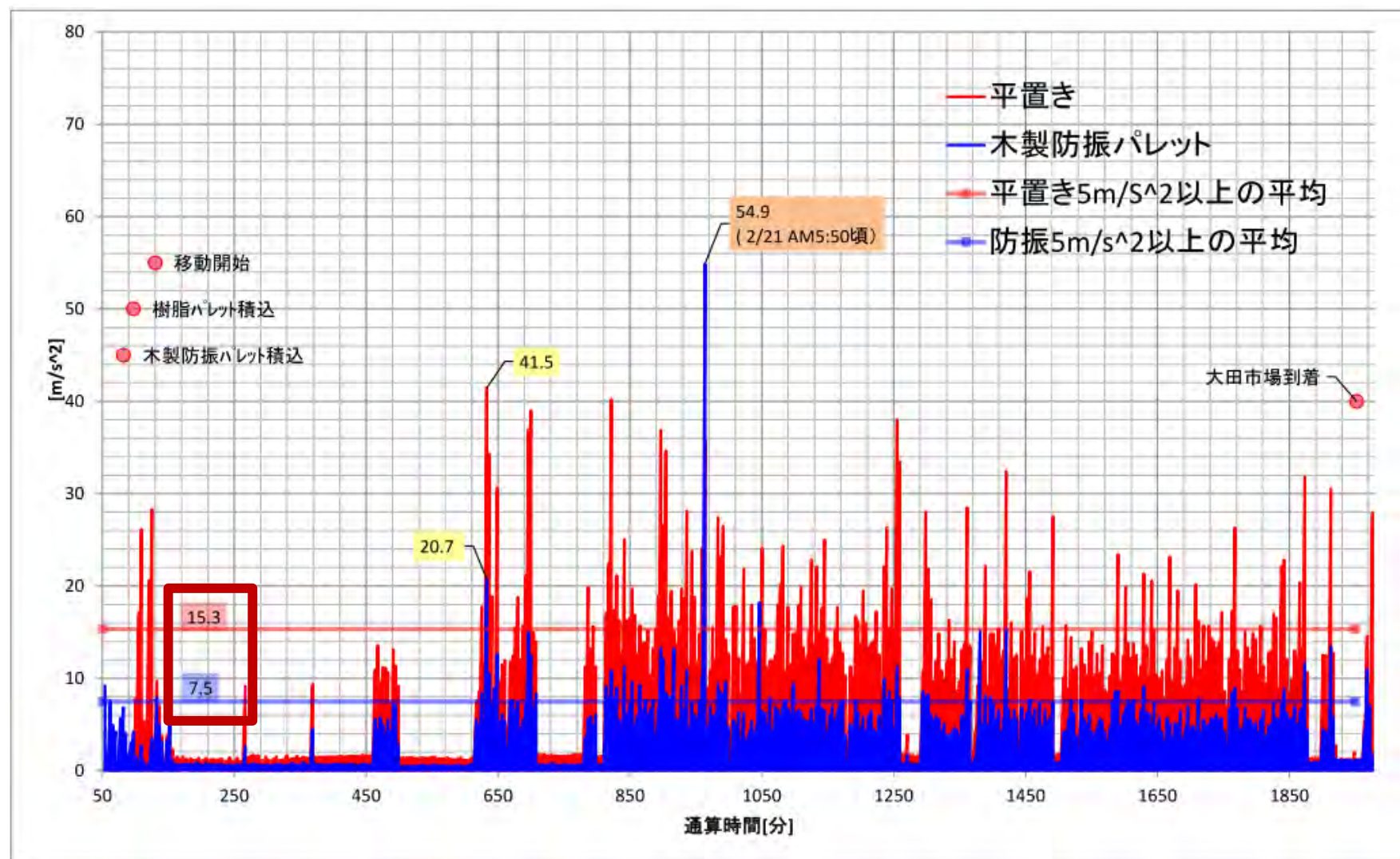
- ・ 従来の樹脂パレットを使用した場合と実輸送実験用に準備を行った防振パレットを使用した場合の衝撃吸収・振動を比較する。
- ・ 樹脂パレットは合成加速度の平均値が13.2となる一方、防振パレットでは同7.5となり、振動が約43%減衰されていることが分かる。
- ・ 同じ輸送環境において振動が40%以上減衰することから、防振パレットを活用することによる効果が発揮されていると言える。



4. (3) ④実輸送実験の評価（衝撃吸収及び振動）

【平積み・防振パレットの衝撃吸収・振動比較】

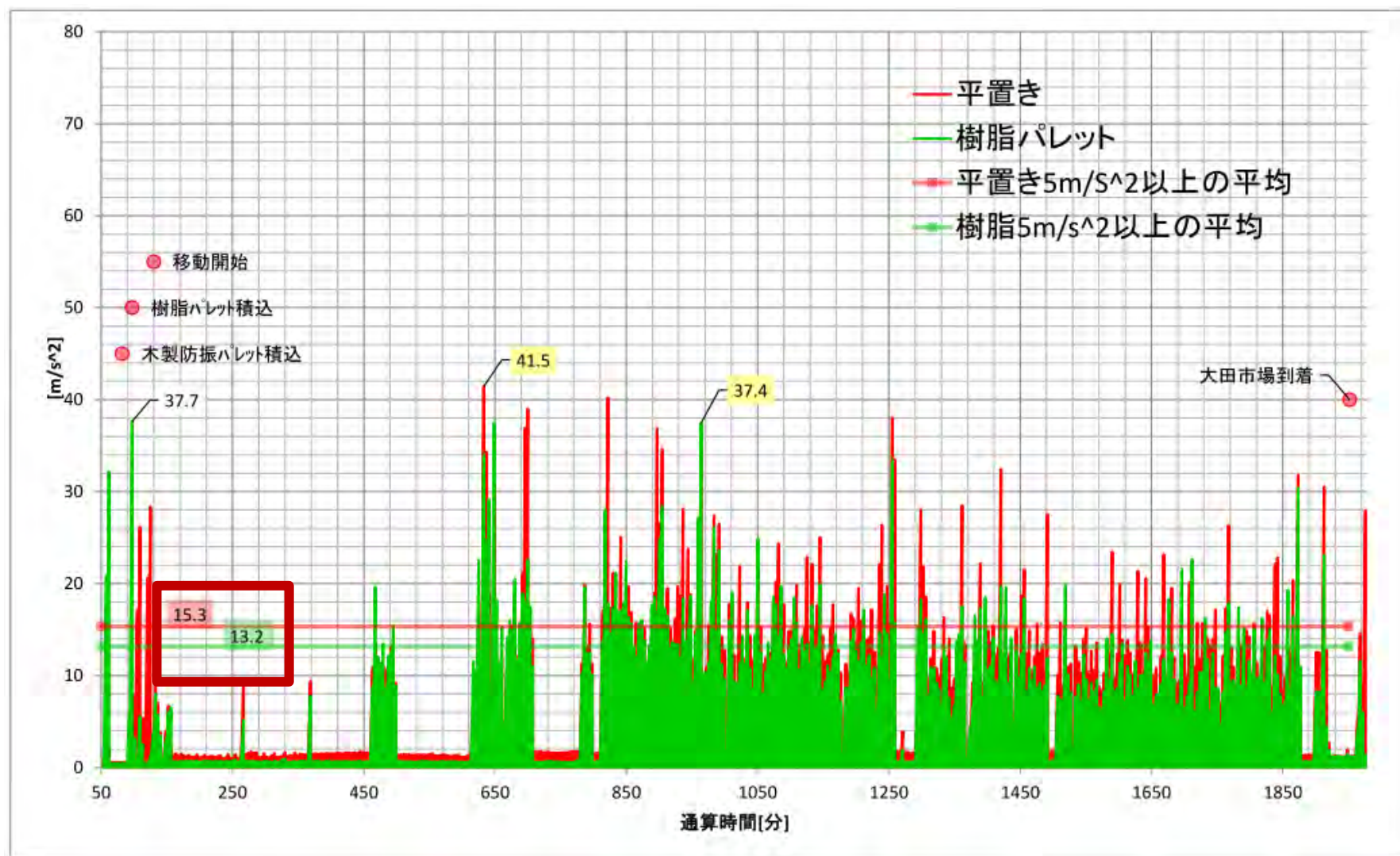
- ・ 冷蔵コンテナ内に平積みした場合と実輸送実験用に準備を行った防振パレットを使用した場合の衝撃吸収・振動を比較する。
- ・ 平積みの合成加速度の平均値が15.3となる一方、防振パレットでは同7.5となり、振動が約51%減衰されていることが分かる。
- ・ 輸送時間全体において防振パレットの衝撃が平均値付近で推移するのに対して、平積みでは環境により衝撃の増幅が大きいことが分かる。



4. (3) ④実輸送実験の評価（衝撃吸収及び振動）

【平積み・樹脂パレットの衝撃吸収・振動比較】

- ・ 従来の樹脂パレットを使用した場合と冷蔵コンテナ内に平積みした場合の衝撃吸収・振動を比較する。
- ・ 平積みの合成加速度の平均値が15.3となる一方、樹脂パレットでは同13.2となり、平積みと樹脂パレットに大きな差は見られない。
- ・ 輸送時間における衝撃の最大値についても、平積みが41.5となる一方、樹脂パレットは37.4であり、大きな差は見られない。



4. (3) ④実輸送実験の評価（衝撃吸収及び振動）

【平積み・樹脂パレット・防振パレットの衝撃吸収・振動比較総括】

- 平積みの平均加速度に対する防振パレットの振動減衰率は約51%、樹脂パレットの平均加速度に対する防振パレットの振動減衰率は約43%となる。
- 平積みや樹脂パレットでは、防振パレットと比較して、輸送行程上で約1.8倍～2.0倍の衝撃が加わっていることから、防振パレットが鉄道貨物輸送行程上における衝撃を吸収し、商品への影響を軽減する効果を発揮していることが分かる。

【貨物荷姿】



【測定箇所】

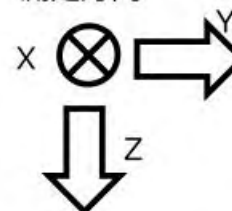


【方向】

トラック進行方向



測定方向



	ピーク加速度 (m/s^2)	平均加速度 (m/s^2) ※ 1	防振パレットとの比較 (倍率)
平積み	41.5	15.3	2.04
樹脂パレット	37.4	13.2	1.76
防振パレット	※ 2 20.7 (54.9)	7.5	—

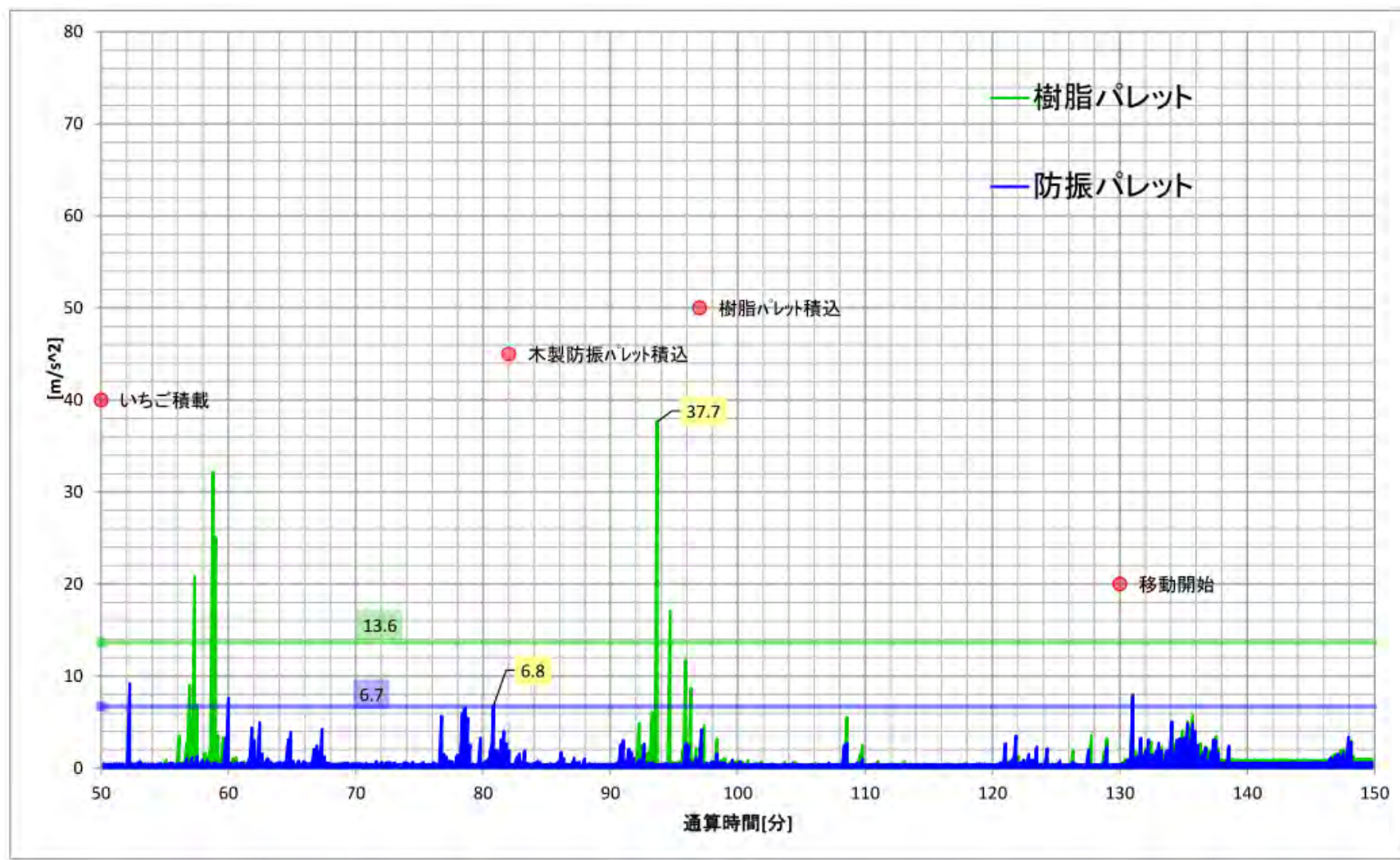
※ 1 : 5 m/s^2 以上のXYZ合成加速度の平均値

※ 2 : 防振パレットのピーク加速度 (54.9 m/s^2) はコンテナの内壁や他の商品（樹脂パレット積載上部等）との接触、貨物のずれなどにより防振パレット上（防振材より上）で発生した衝撃と推察されるが、輸送中のコンテナ内における衝撃のため明確な原因は不明である

4. (3) ④実輸送実験の評価（衝撃吸収及び振動）

【積込時における衝撃吸収・振動比較】

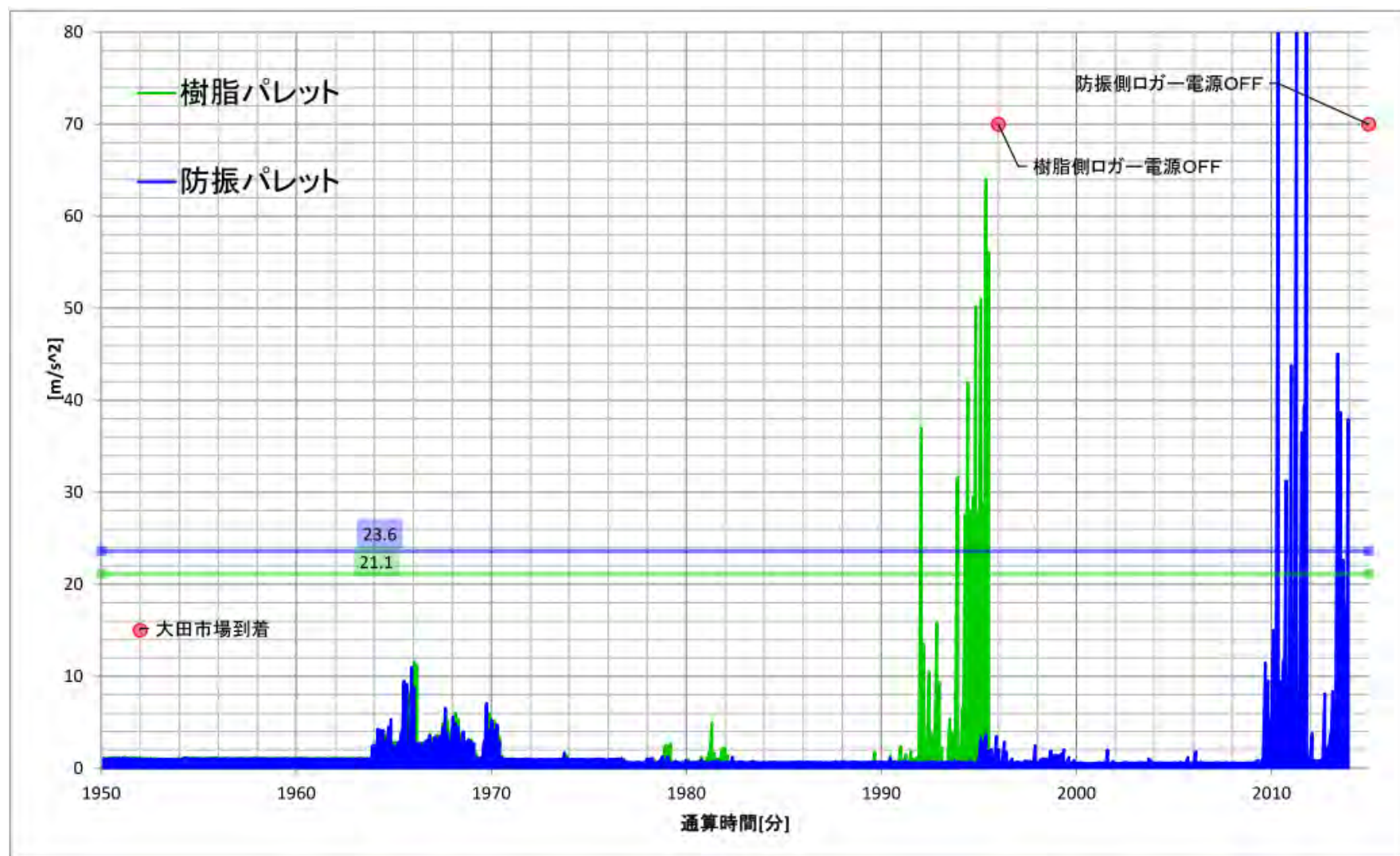
- ・ 佐賀県から東京都へ出荷に際して、冷蔵コンテナの奥側へ積込を行った防振パレットは積込時に最大値となる6.8を計測しているが、その後、手前に樹脂パレットの積込を行った際にも大きな衝撃は発生していない。
- ・ 樹脂パレットは積込時に最大値となる37.7を計測しており、防振パレットは樹脂パレットに対して17%程度の衝撃となっている。



4. (3) ④実輸送実験の評価（衝撃吸収及び振動）

【荷下ろし時における衝撃吸収・振動比較】

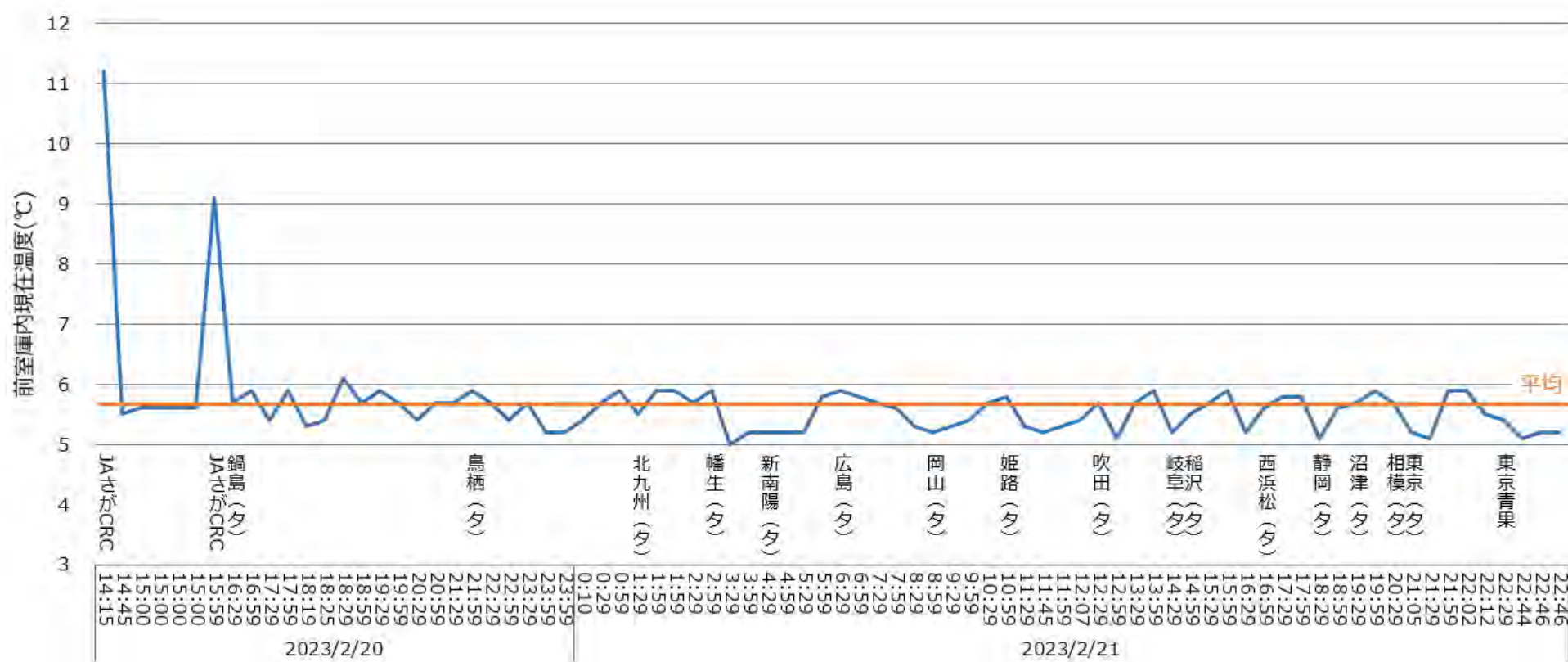
- ・ 東京都中央卸売市場に着荷後、荷下ろし作業を行う際の衝撃吸収・振動を比較する。
- ・ 荷下ろし時の平均合成加速度は、樹脂パレット（冷蔵コンテナ手前）が21.1であるのに対して、防振パレットは23.6となる。
- ・ いずれのパレットも輸送行程上最大値を記録しており、荷下ろし時に商品に対して大きな負荷が掛かっていると推察される。



4. (3) ④実輸送実験の評価（温度管理）

【積込・出荷～着荷に至る温度管理状況】

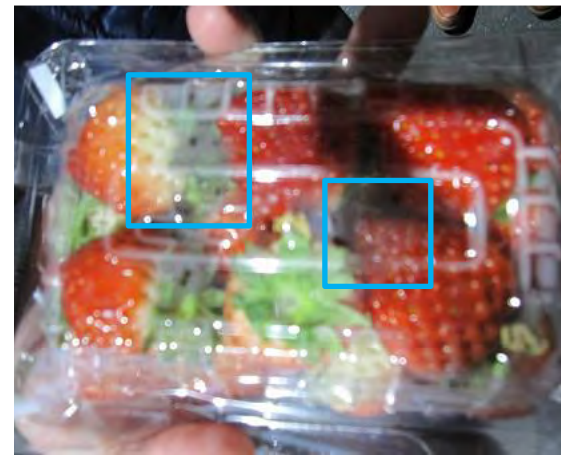
- ・ 佐賀県のJAさが集出荷場から東京都の東京と中央卸売市場（東京青果）に至る輸送行程上の冷蔵コンテナ内の温度変化は、次のとおりとなる。
- ・ 2月20日（月）の積込前に冷蔵コンテナのエンジンを稼働させ、予冷を行い、積込作業を完了して出荷した後、東京青果に着荷するまでの輸送行程上では、平均5.7℃で推移している。
- ・ 「いちご」の輸送において重要となる温度管理（低温管理）については、冷蔵コンテナを活用することで、鉄道貨物輸送においても適温で管理されている実態が明らかとなった。



4. (3) ④実輸送実験の評価（商品品質）

【荷下ろし後の商品確認と今後の課題】

- ・ 東京都中央卸売市場に着荷した後、東京青果株式会社立会のもと、「いちご」の状況について目視確認を行った。
- ・ 防振パレットを用いて輸送を行った「いちご」については、鉄道貨物輸送時の振動により、商品に一部、ズレが生じているものの、「いちご」の品質には大きな影響は生じておらず、防振パレットにより衝撃が吸収されていることが確認された。
- ・ 一方、樹脂パレットを用いて輸送を行った「いちご」については、L等級やAA等級のように、個体（粒）が大きい品種ほど、輸送時の振動によりパック内での商品移動が生じ、パック底面との接触等により、一部、品質への影響が生じていることが確認された。
- ・ なお、樹脂パレットを用いて輸送を行った「いちご」のうち、S等級のように個体（粒）が小さい品種では、鉄道貨物輸送においても振動による衝撃が小さく、商品への影響が無かったことが確認されている。
- ・ また、平積みの場合は、箱内で衝撃が吸収されているため、「いちご」そのものに影響が生じていないことが確認されている。
- ・ 防振パレットを用いた輸送では、樹脂パレットを用いた輸送で品質に影響が生じている個体（粒）が大きい品種においても品質に影響が生じていないことから、データと併せて、商品への影響が小さく、品質管理上の効果が十分に発揮されていることが明らかとなった。
- ・ 「いちご」は輸送上の品質管理が難しい商品であることから、鉄道貨物等モーダルシフトを推進するにあたっては、防振対策が必要と言えるが、一方で、防振対策が施されていれば、鉄道貨物等の輸送（モーダルシフト）も実用可能性があるかと推察される。
- ・ 今後の課題としては、積み下ろしにおける荷崩れ対策（固縛）と積み下ろしの作業負担軽減、パレットの調達及び運用効率の向上による荷主の負担軽減が挙げられ、樹脂パレットと比較して高額となる防振パレットを通年で活用できる体制構築等が必要となる。



5. 調査結果のまとめ

5. 調査結果のまとめ

【実輸送実験：みかんの愛媛発首都圏向けRORO船輸送（段ボールサイズの変更によるパレット積載効率の向上）】

- ・ みかんの海上輸送へのモーダルシフトにあたり、T11型パレット及びトレーラーへの積載効率向上のため、段ボールサイズを変更した。その際、産地の選果機が段ボールサイズに適合していないため、一部で手作業による箱詰め作業を行った。
- ・ リードタイムや品質面で大きな問題はないことが確認できたが、本格的な実施に向けては、選果機の改修が必要となる。また、輸送に最適な段ボールケースの設計、荷崩れしない積み方、産地側でのロット確保といった課題が明らかとなった。

【実輸送実験：玉ねぎの北見地区発函館地区向け鉄道輸送（物流危機に備えた鉄道輸送ルートの確保）】

- ・ 「玉ねぎ」を対象として、北海道内における鉄道へのモーダルシフトを実施した。すでに鉄道輸送が利用されている品目であることから特段の問題はなく、将来のトラック輸送の人手不足等への事前準備策として有効であることが確認された。
- ・ 一方で、雪など災害に対する鉄道の脆弱性や、輸送用パレット・市場用パレットの積み替えなどの問題点が改めて確認された。

【実輸送実験：いちごの佐賀発首都圏向け鉄道輸送（冷蔵コンテナと防振パレットによる鮮度保持と荷傷みの軽減）】

- ・ 品質管理（温度管理・荷傷み）上の問題から、専らトラックによる陸送での出荷が行われてきた「いちご」を対象として、冷蔵コンテナと防振パレットを利用した鉄道輸送を実施し、鮮度保持と荷傷みの状況を検証した。
- ・ この結果、防振パレットを用いて輸送を行った「いちご」については、品質に大きな影響は生じておらず、防振パレットにより衝撃が吸収され、品質管理上の効果が大きかったことが確認された。
- ・ このことから、「いちご」をはじめとして、温度管理と荷傷みの点から従来鉄道輸送が利用されていなかった野菜・果実（いわゆる軟弱野菜、果菜類等）を対象とした鉄道輸送によるモーダルシフトの可能性が、大きく拡大したと評価できる。

【モーダルシフトの推進に向けて】

- ・ 今回の実輸送実験では、段ボールサイズの変更によるパレット積載効率の向上、北海道内における鉄道輸送、冷蔵コンテナと防振パレットによる鉄道輸送時の鮮度保持と荷傷みの軽減など、新たなモーダルシフトの可能性が明らかになった。今後、これらの結果を横展開可能な区間・品目等において、モーダルシフトの推進が期待される。
- ・ 一方で、海上輸送に必要な輸送ロットが確保できない、鉄道・海運の運行・運航スケジュールが産地の出発及び消費地への到着のスケジュールと合致しない、パレット利用時に積載効率が低下するといった課題も確認された。いずれも、産地、消費地、運送事業者等が連携して解決に当たることが求められる課題であり、モーダルシフトの推進に向けて、関係者間の緊密な連携が求められる。
- ・ 特に、ロットの確保・幹線輸送の集約化については、今回の実輸送実験の対象としていない「消費地物流拠点を活用した中継輸送システム」「産地物流拠点を活用した幹線輸送の集約化」「複数出荷団体間の連携・異業種との連携による帰り荷（往復貨物）の確保」といった輸送計画モデルが有効と考えられる。このため、引き続き実輸送実験を行うこと等により、これらの輸送計画モデルの検証、実装に取り組んでいく必要がある。