

グローバルロジスティクスにおけるセンサーデータの役割

～物流ビッグデータの活用に向けて～

2016年9月8日(木)

日本オペレーションズリサーチ学会
サプライチェーン戦略研究部会 (SCSR)

日本郵船株式会社
自動車物流グループ
クリエイティブソリューションチーム
原岡 哲也

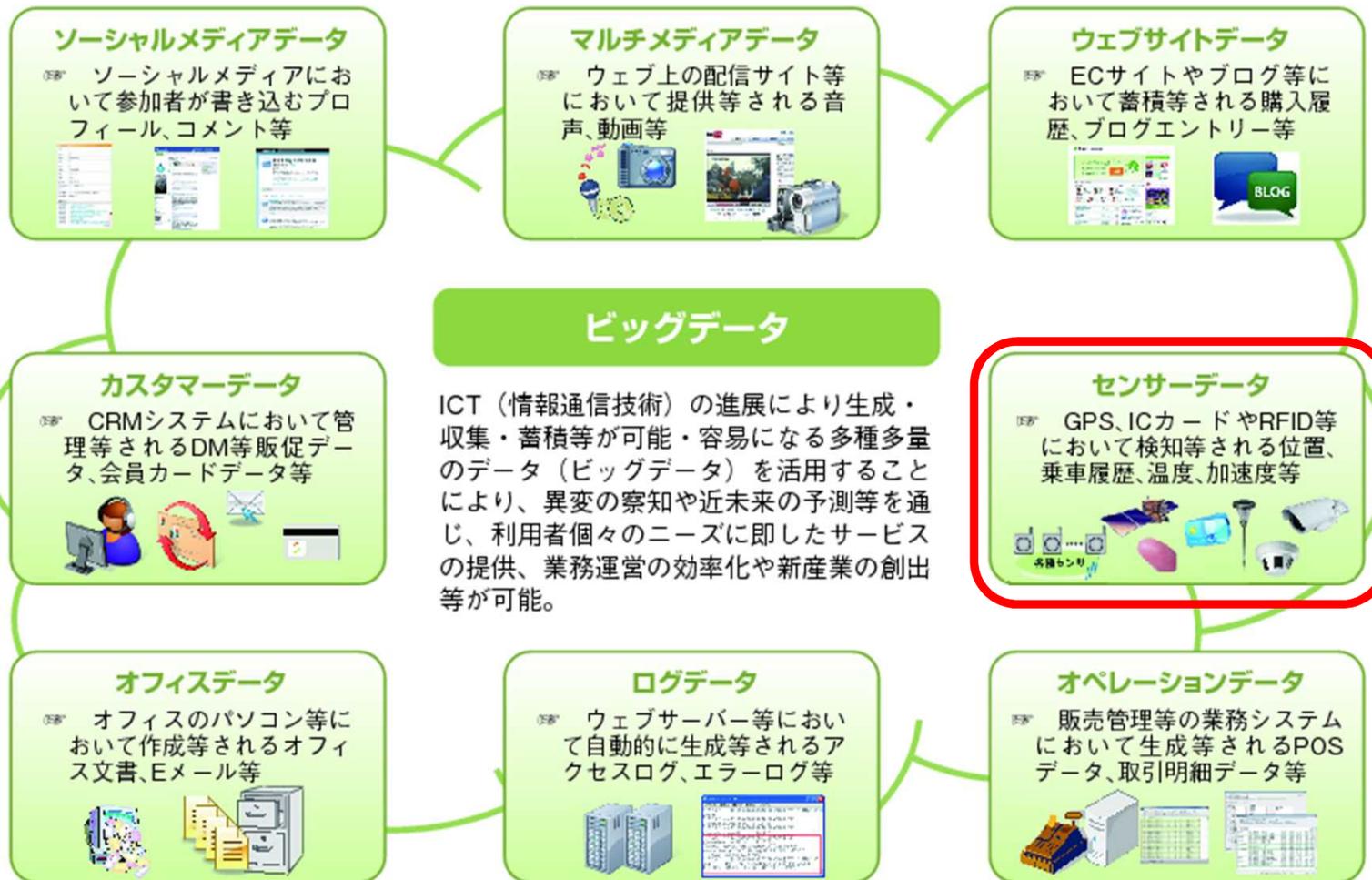
1. 物流で使われるセンサー

2. 国際輸送のセンサーデータ

3. 農産物とセンサー

4. Logistics Big Data Managementに向けて

ビッグデータを構成するデータ



(総務省資料より抜粋)

センサーとは

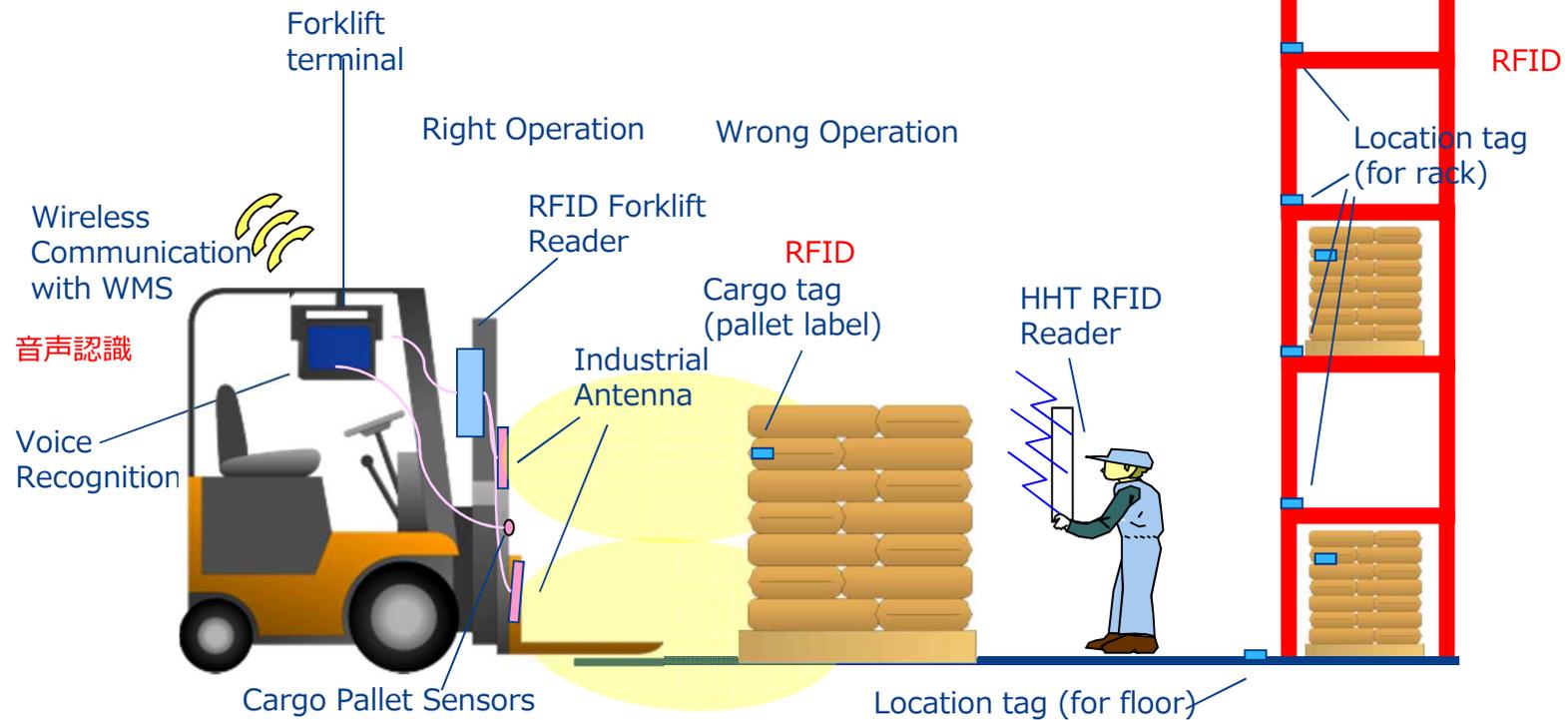
センサまたはセンサー（英: sensor）は、自然現象や人工物の機械的・電磁氣的・熱的・音響的・化学的性質あるいはそれらで示される空間情報・時間情報を、何らかの科学的原理を応用して、人間や機械が扱い易い別媒体の信号に置き換える装置のことをいい、センサを利用した計測・判別を行うことを「センシング」という。

(wikipediaより)

倉庫でのセンサー活用例

郵船ロジスティクスの事例

Ubiquitous Warehouse Management System



(郵船ロジスティクス提供資料)

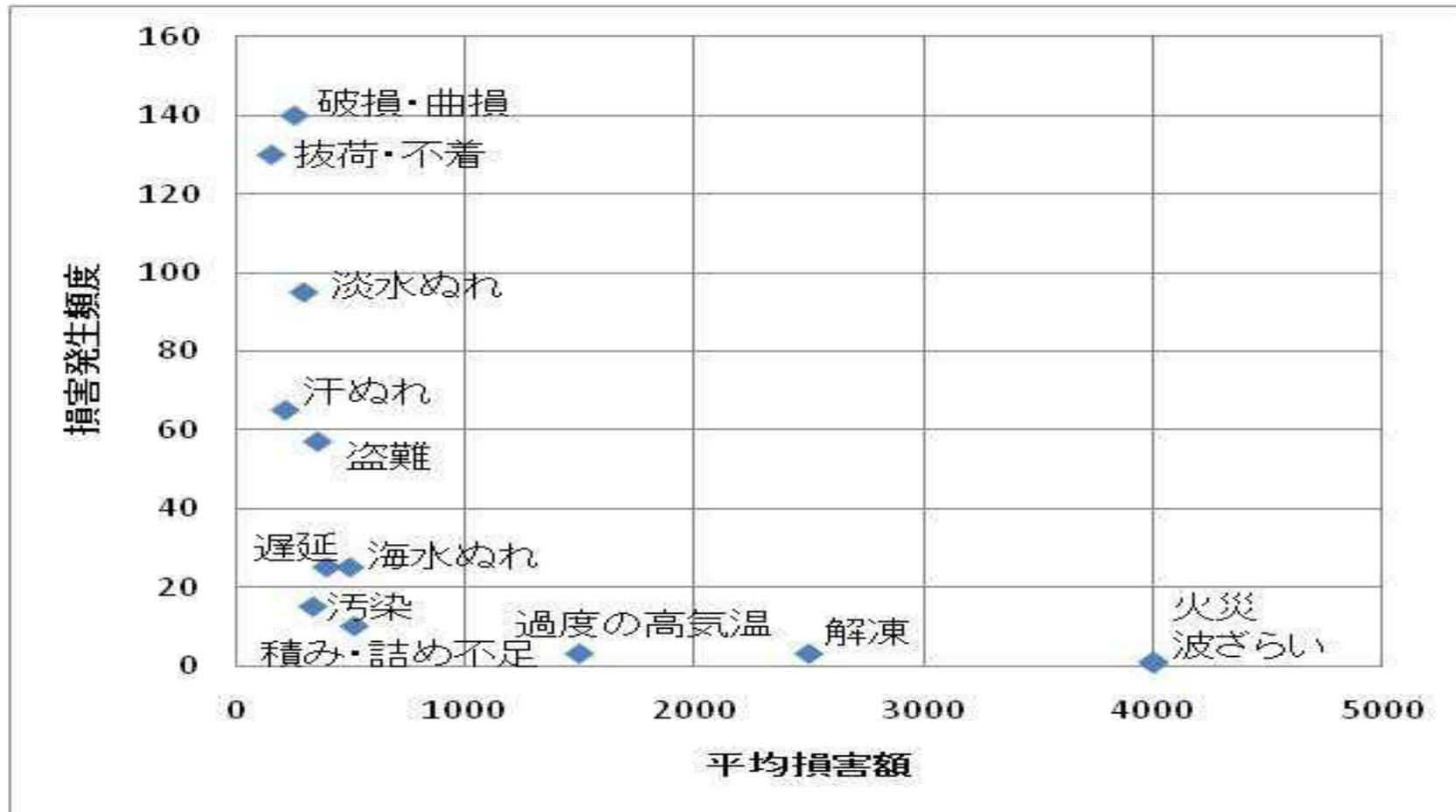
1. 物流で使われるセンサー

2. 国際輸送のセンサーデータ

3. 農産物輸送とセンサー

4. Logistics Big Data Managementに向けて

輸送中の主要な損害



(加藤修「国際貨物海上保険実務」成山堂書店, 1997.)

輸送中の主要なダメージ原因

	原因	結果
激動	貨車：貨車の連結・追突、レールの継ぎ目と局部沈下 自動車：路面段差乗り越え、急制動、追突、高速走行 航空機：離着陸時、エアポケット 船舶：ローリング（横）ピッチング（縦）、上下動 コンテナ荷役：巻揚、走行、停止、下降、船積み フォークの振動・衝撃：走行、落下	・内装と外装の破損 ・変形 ・内容品のロス ・内容品の腐敗 ・内容品の目減り
落下	積み下ろしや移動時の荷扱い不備 倉庫内や輸送中の荷崩れ	・破損 ・変形
振動	エンジン振動、車輪の構造、スピード、高速走行 タイヤの固有振動	・破損 ・変形 ・強度劣化 ・内容品ロス、目減り
耐圧	積み付け不備、積み重ね不備	・破損 ・変形 ・歪曲 ・内容品の目減り
水・湿度	水濡れ、降雨、水浸し、発汗	・破損 ・変形 ・錆発生 ・内容品の腐敗
温度	温度変化（高熱、低温）	・変色 ・変質 ・変形 ・内容品の目減り、腐敗

（新田茂夫／監修 21世紀包装研究協会／編「包装実務ハンドブック」日刊工業新聞社 2001.）

輸送環境の「見える化」ツール

- 1 インジケータラベル
- 2 センサーロガー
- 3 リアルタイムモニタリング

インジケーターラベル



衝撃・傾斜インジケーター



温度インジケーター

- 温度や衝撃など閾値逸脱の有無を可視化するラベル
- ラベルの表示から異常の発生自体を把握できるが、いつ、どこで、どの程度の異常が発生したものを特定が困難
- ラベル自体の通関申告を行う必要が無い

センサーロガー



衝撃センサーロガー



温湿度センサーロガー

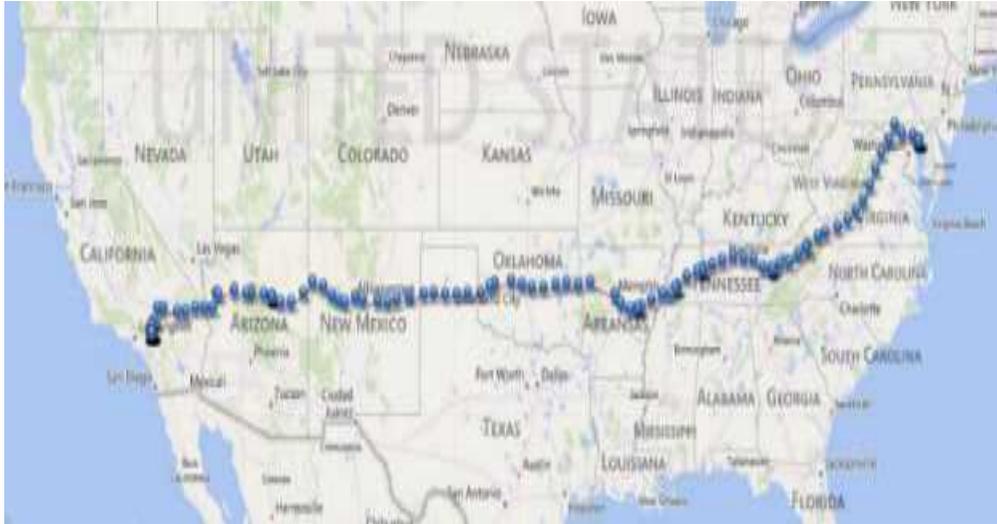
- ・ センサー情報を一定間隔で記録
- ・ 異常値がいつ、どの程度の大きさで発生したのかを把握することができるが、発生場所の特定が困難（GPSを搭載したロガーもある）
- ・ データ解析できるのは輸送完了後

リアルタイムモニタリング



- 通信デバイスを通じてセンサー情報をリアルタイムに入手
- 異常発生時に速やかに対処することが可能
- 航空機への通信機器搭載、洋上での通信などが課題

補足：盗難防止 AT&T事例



Problem:

1. Major athletic apparel authentic goods being stolen and substituted with counterfeit items along shipping route

Solution using Cargo View:

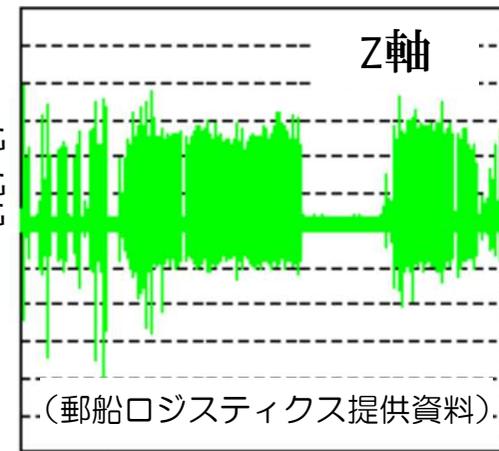
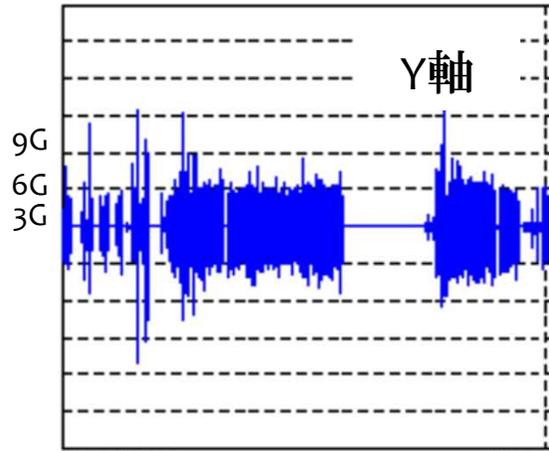
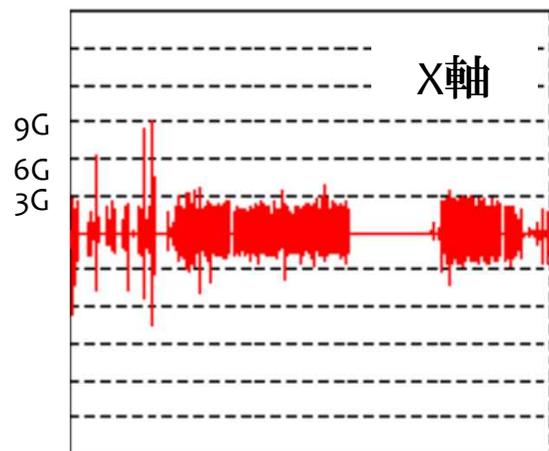
1. Notification if truck deviate from prescribed route by > 2 miles (Geo-fence)
2. Notification should truck stop at non-prescribed location (Geo-fence)
3. Notification should the cartons or trailer be opened (Light sensor)
4. Notification to dock workers when truck is 50-miles from terminal (Geo-fence)

(AT&T様提供資料)

輸送中の振動・衝撃情報

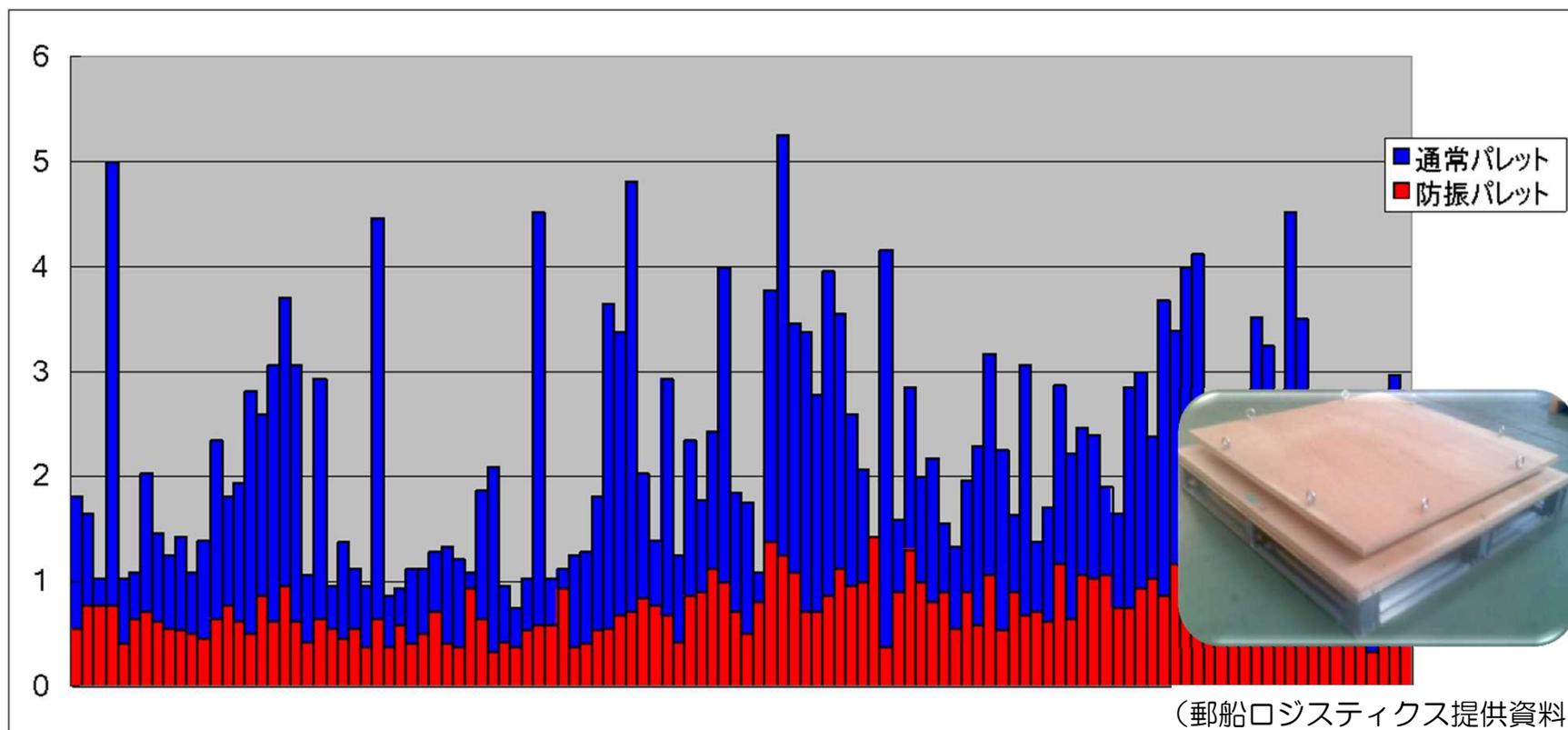


(陸上輸送の加速度計測例)



補足) 振動衝撃から貨物を守る 防振パレット

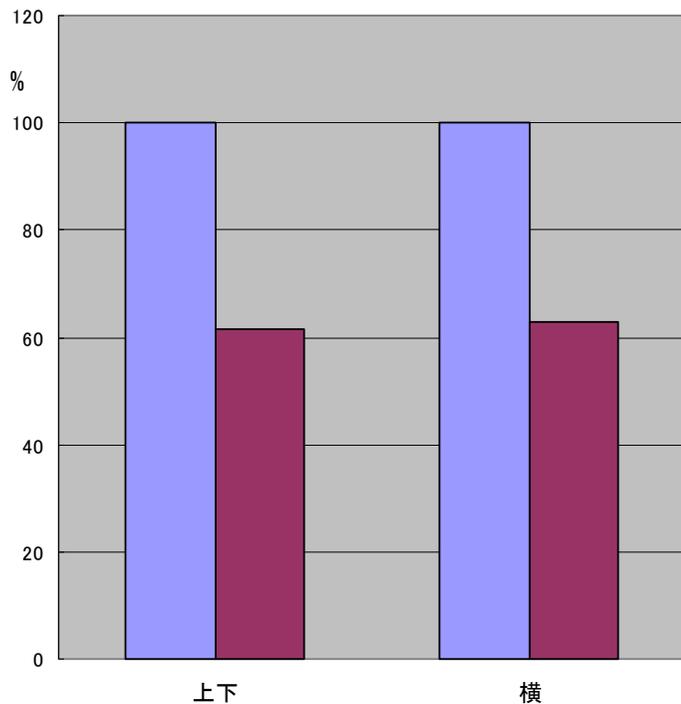
トラックに通常パレットに載せた貨物と防振パレットに載せた貨物とを積み込み、
輸送中にそれぞれのパレット上にかかる加速度の値を比較



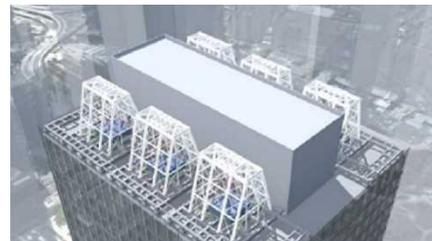
補足) 振動衝撃から貨物を守る 制振機器

高層建築の地震対策を応用した制振機器TMD：建物に減衰器（Damper）を介して錘（Mass）を取り付け固有振動数を調整する（Tuned）ことで振動を制御

路面や輸送車両からの振動は、床から貨物に伝わり、増幅されて積荷は大きく揺れ、最上段では2倍～数倍の揺れを示します。



振動は上下・横方向とも約40%低減



■ 通常
■ ACTあり

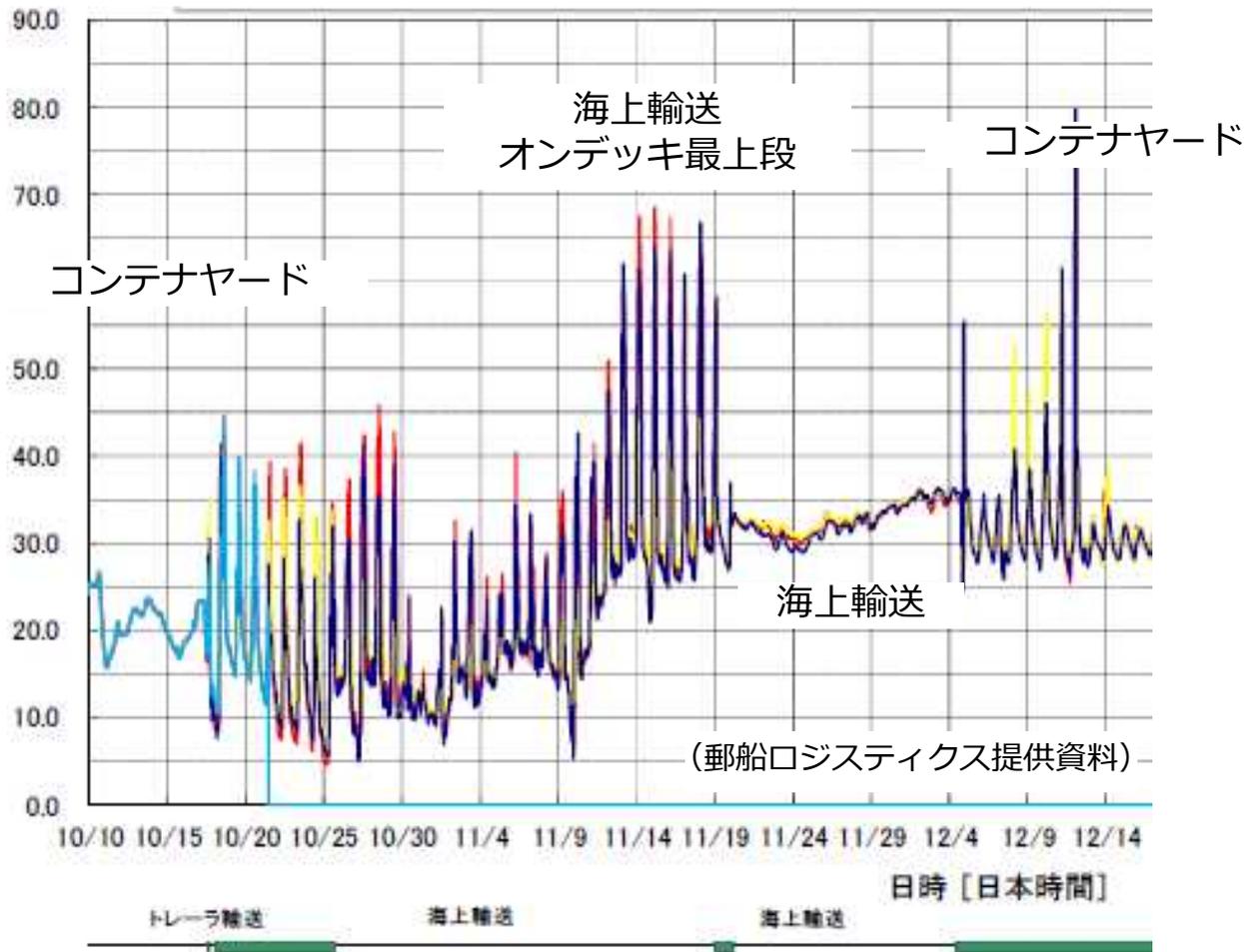
ACトップ



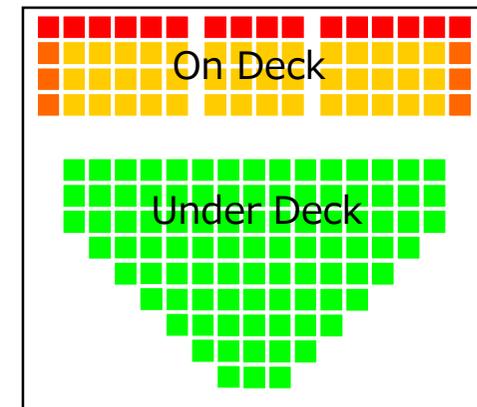
(JA全農様提供資料)

海上コンテナ輸送中の温度変化情報

(海上輸送中のコンテナ内天井面温度の例)



コンテナの積み付け位置

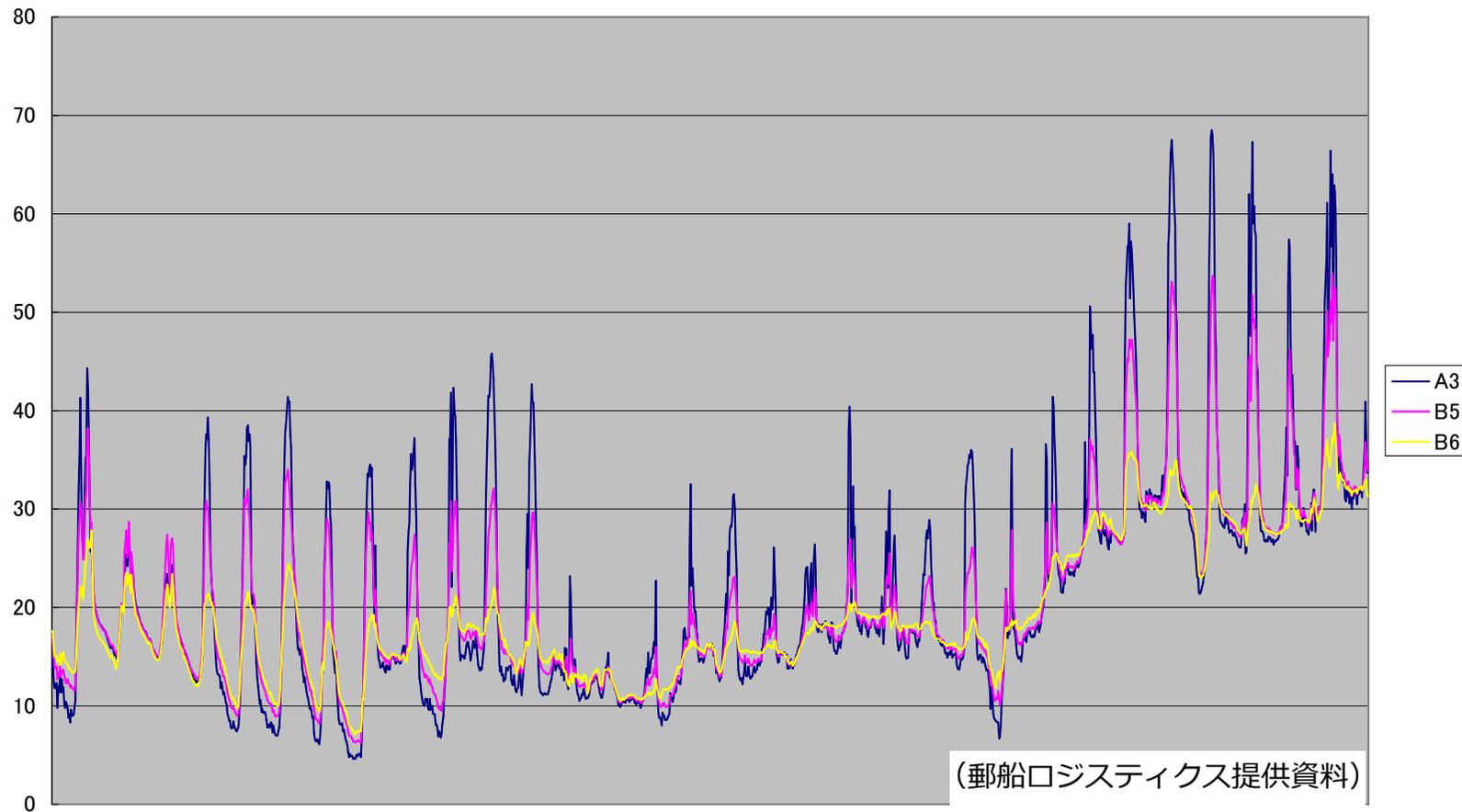


・コンテナ内の温度はコンテナ船の積み付け位置によって異なり、温デッキの外側の位置で高温環境となる。

・コンテナヤードやトレーラー輸送中も直射日光が当たる場合高温となる。

補足 センサーデータの落とし穴

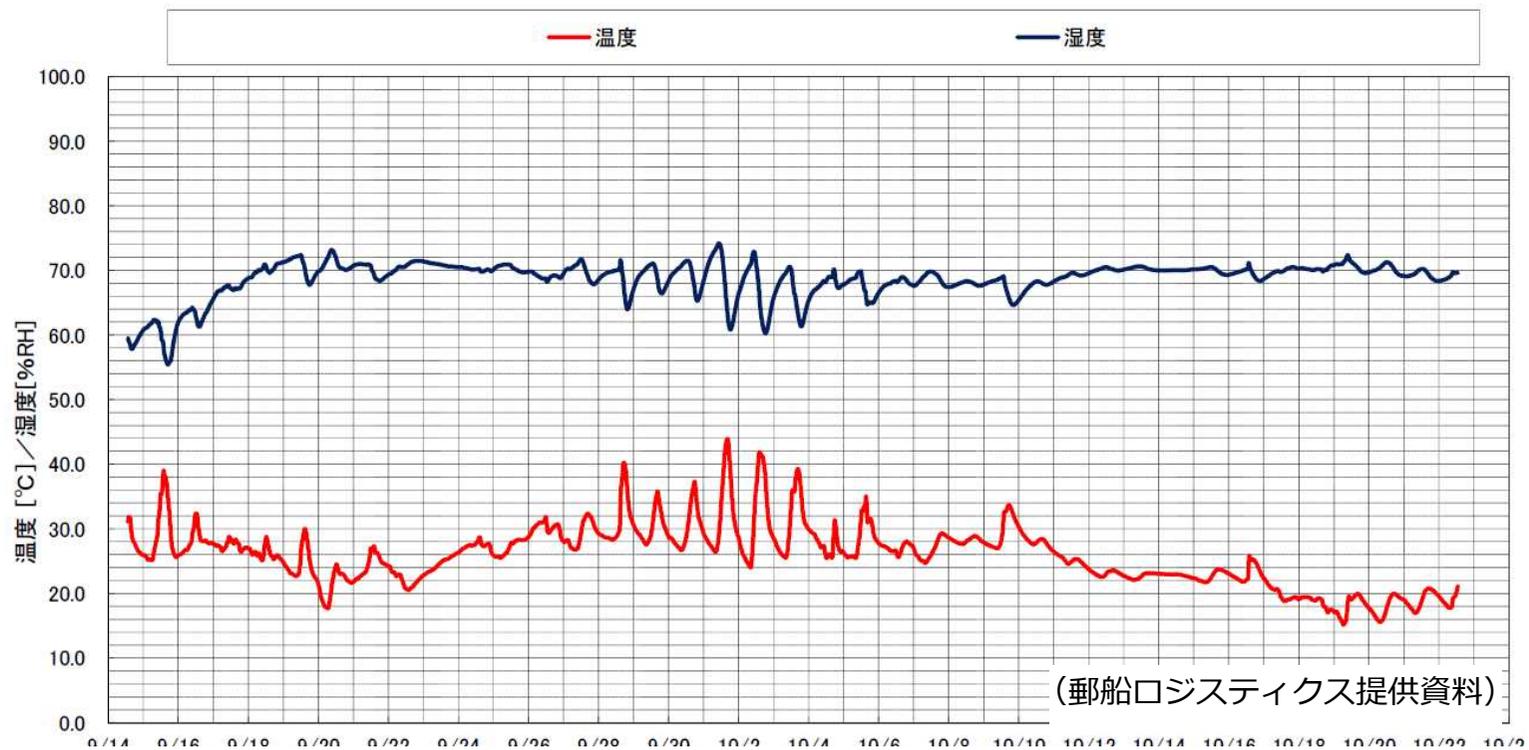
コンテナ内 位置比較



同じコンテナ内であってもセンサーの取り付け位置によって数値は異なる

輸送中の湿度

大気中の水分量に変化がなければ温度と湿度は逆の位相



1. 物流で使われるセンサー

2. 国際輸送のセンサーデータ

3. 農産物輸送とセンサー

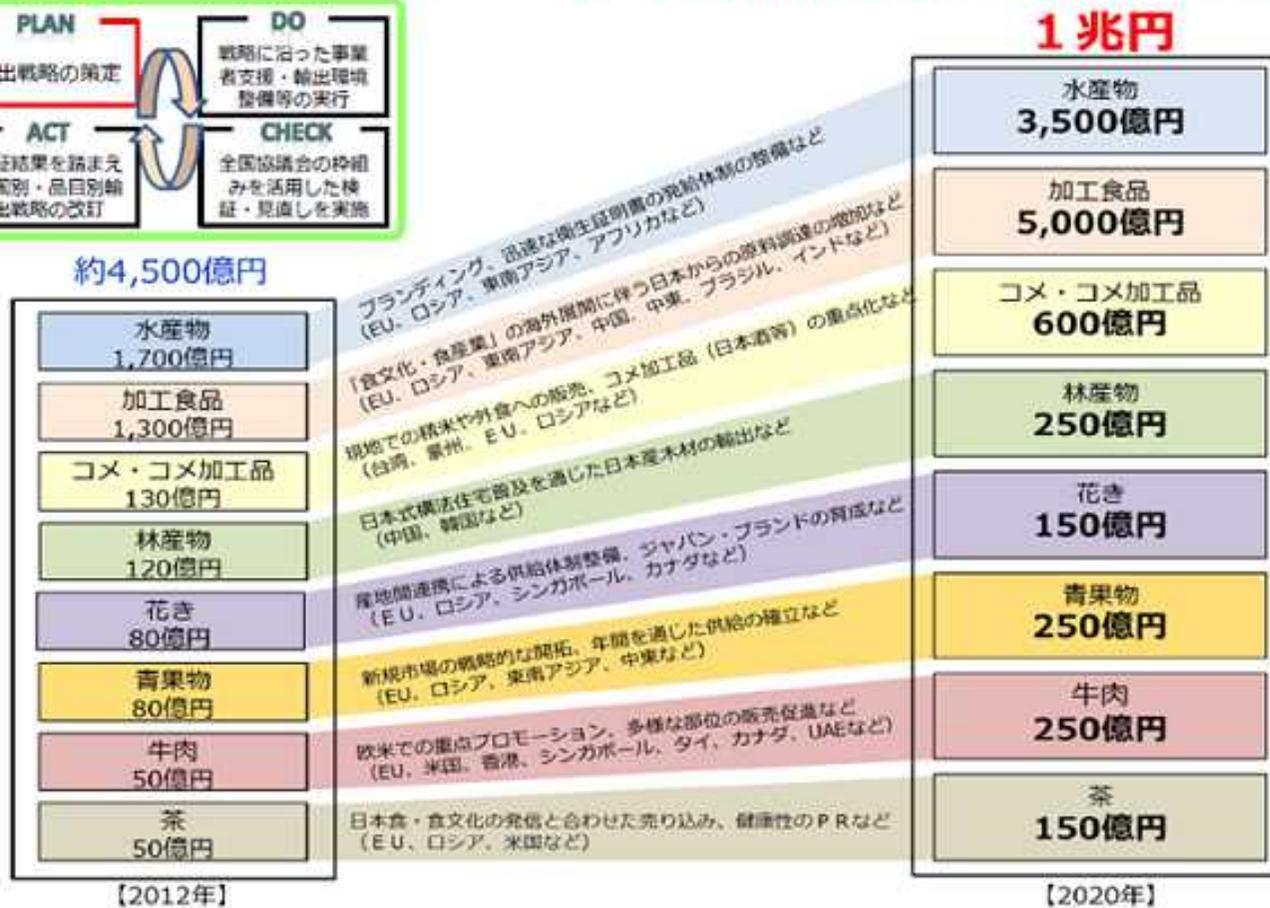
4. Logistics Big Data Managementに向けて

期待される日本からの食品輸出

国別・品目別輸出戦略



農林水産物・食品の輸出額を
2020年までに1兆円規模へ拡大



(農林水産省「日本食・食文化の海外普及について」より抜粋)

農産物輸出における主な課題

1. 輸送及び輸出入通関手続による長い輸送日数
2. 日射による高温環境や温度変化による結露
3. 積み替えや道路インフラの未整備による振動・衝撃
4. 輸送・輸出入に関わる諸費用
5. スケジュールの不確実性と貨物状態の不透明性

国際輸送のリードタイム目安

	シンガポール	香港	上海	ニューヨーク
航空輸送	2 - 4日	2 - 4日	2 - 4日	3 - 5日
海上輸送	14~24日	9~14日	8~11日	26~39日

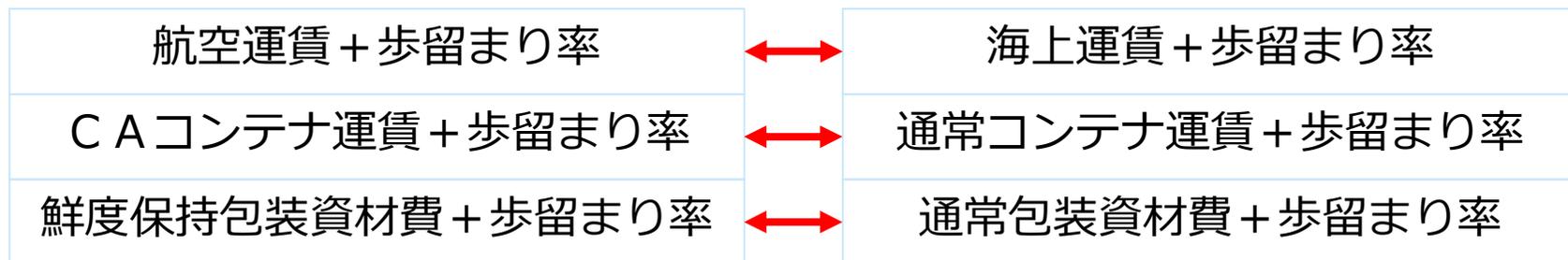
物量次第であるが基本的には海上輸送の方が重量単位の運賃は安い。
海上輸送の長い輸送期間を貨物鮮度を維持できるかが課題。

農産物輸出におけるロス率



輸出コストの最適化

価格競争力のある農産物輸出は包装資材・運賃のコスト比較ではなく、鮮度保持梱包や輸送方法の工夫による歩留まり改善効果を考慮した全体コストの最適化



工業製品の輸出と異なり農産物輸出にはロス率の考え方が重要になる

フードロス問題に向けて

フードチェーン全体で世界生産量の約1/3にあたる13億トン/年の食品廃棄

鮮度保持技術の国際的な活用によるフードロス改善

1. 消費地までの輸送・保管ロスの改善
2. 棚もち期間延長による販売機会増

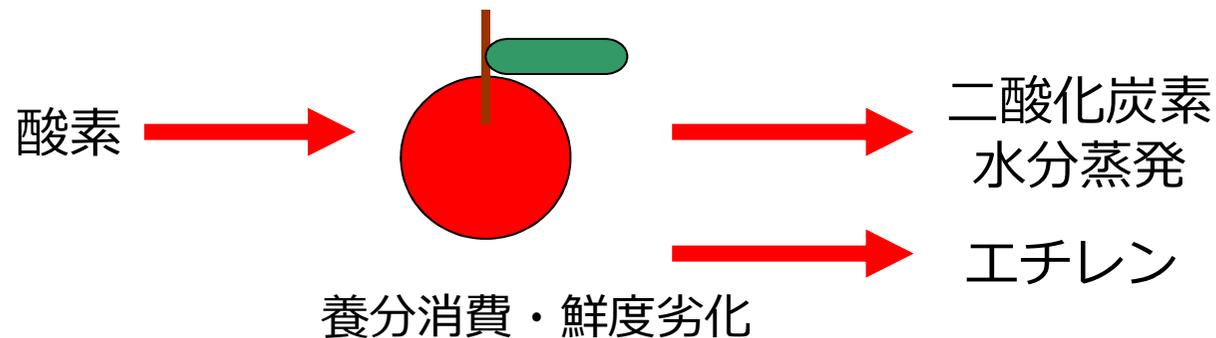
農産物の鮮度劣化の主な原因

1. 代謝活動による栄養消費
2. 蒸散による水分消失
3. 老化促進ホルモンによる熟成（エチレンガス）
4. 二酸化炭素中毒などガスによる影響
5. 菌・カビの繁殖
6. 温度に起因する問題（低温障害など）

CA (Controlled Atmosphere)技術について

青果物は収穫後も呼吸を継続し、糖類・有機酸などを消費する事が鮮度が劣化の大きな原因

CA技術は**農産物に適した温度環境**下で酸素、二酸化炭素、その他ガス濃度に大気環境を整えることで農産物の呼吸を抑制し、鮮度保持期間を延長する技術



呼吸抑制は代謝抑制に加え、ガス放出、水分蒸散の抑制も期待できる

CA倉庫での保管

(りんごのCA保管例)

酸素	20.9%
----	-------

二酸化炭素	0.03%
-------	-------

窒素	78.1%
----	-------



酸素	2%-7%
----	-------

二酸化炭素	2%-7%
-------	-------

温度 0-3度 湿度 80-95%RH

冷蔵保管



CA保管



8月~12月

2月

3月~8月

CA保管により 1年中おいしい「りんご」が食べられる

CAコンテナ

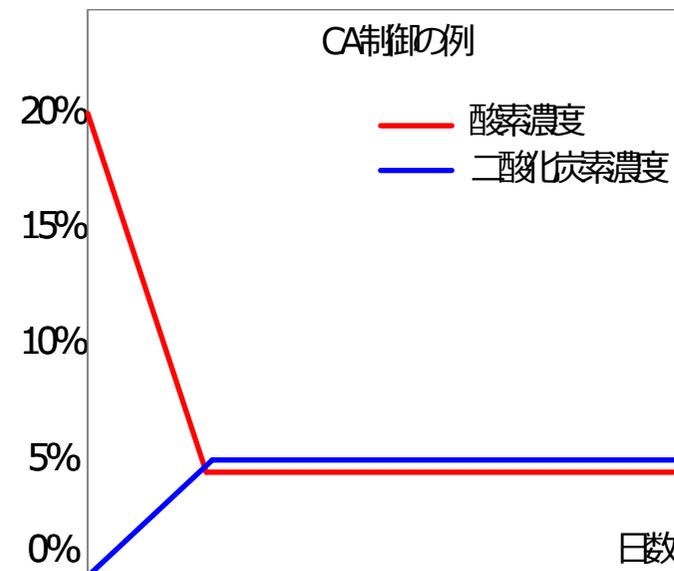
CA環境を庫内に実現するコンテナ。

窒素ガス発生機能による酸素濃度を調節するアクティブ型、貨物の呼吸によって酸素濃度を調整するパッシブ型に大別される。

主に中南米から輸入されているアボガドなどは呼吸量が多いため、パッシブ型のCAコンテナが利用されている。



(郵船ロジスティクスのCAコンテナ蔵置試験より)

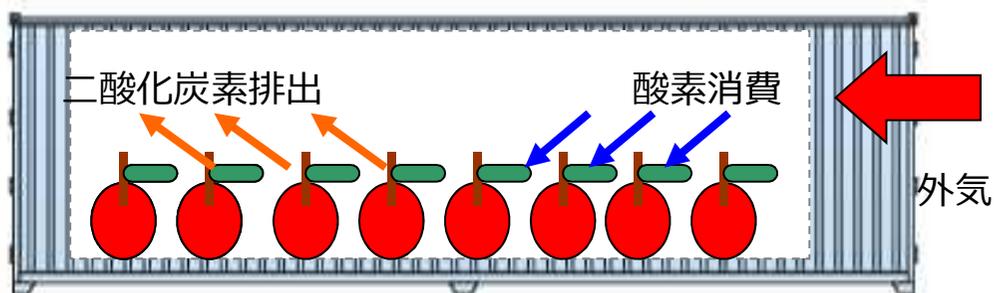


MAXTENDシステム



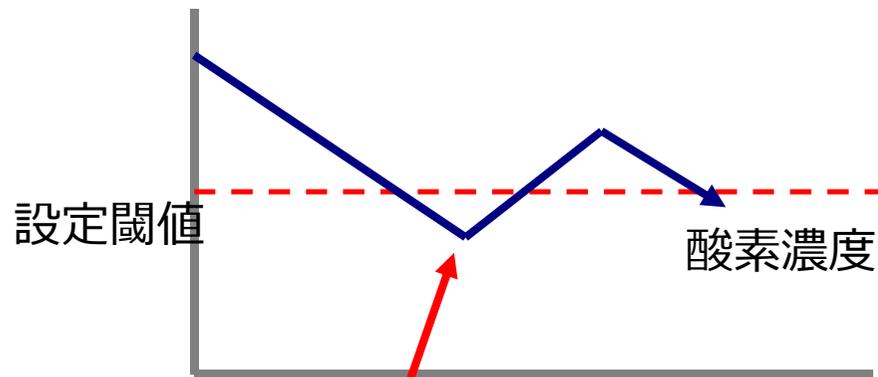
CA機能を持たない通常のリーファーコンテナをCA化するシステム

輸送前に窒素ガス充填を行い、コンテナ内酸素濃度を下げる。輸送中は貨物の呼吸によって酸素濃度が下がりすぎないように自動換気を行う。



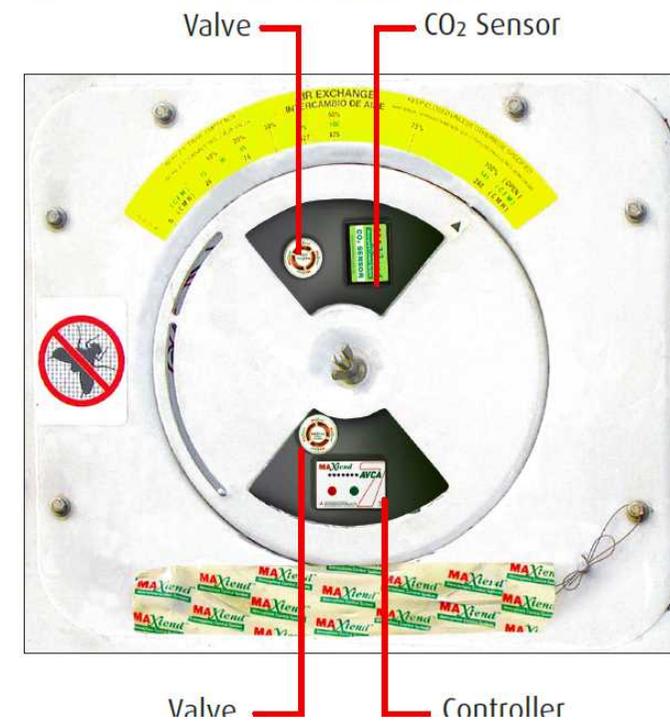
MAXTENDシステムのセンサー機能

青果物の呼吸により酸素濃度が低下すると、自動換気し外気を取り込む



酸素濃度の閾値を下回るとバルブが開放され外気を取り込む

Location of MAXtend® Controller



1. 物流で使われるセンサー

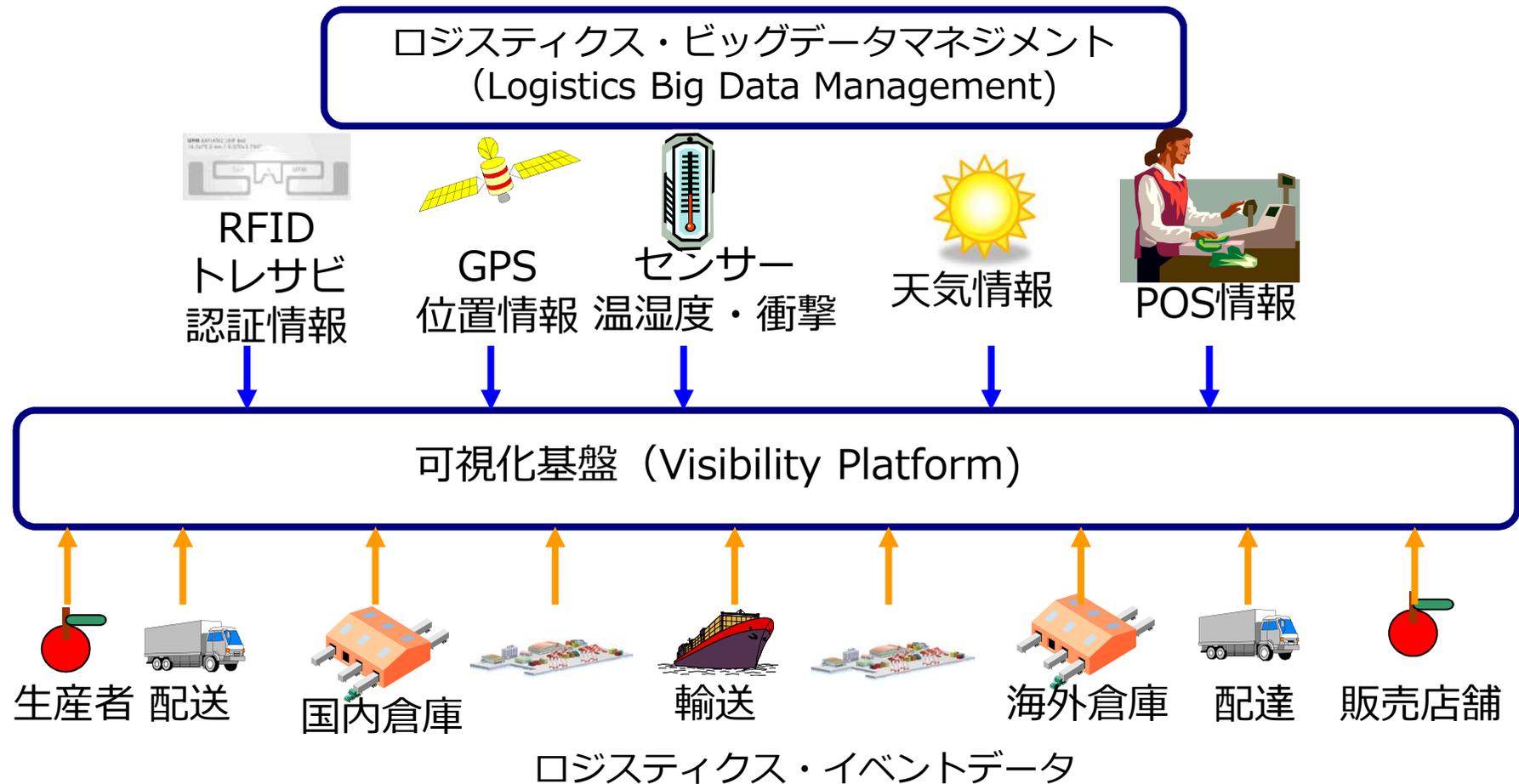
2. 国際輸送のセンサーデータ

3. 農産物輸送とセンサー

4. Logistics Big Data Managementに向けて

センサー情報とビッグデータマネジメント

ロジスティクスイベントデータに加え、センサー情報や天候情報を分析する事により需要予測、在庫最適化や品質改善に役立てる事が期待できる。



補足：スマートフォンに搭載されているセンサー

センサー名称	測定対象
GPS	位置情報(緯度/経度)
加速度センサー	動き、傾き、振動
近接センサー	付近の物体
指紋センサー	指紋
ジャイロセンサー	垂直/水平/傾き
照度センサー	明るさ
地磁気センサー	地磁気(方角)
気圧センサー	気圧
温度・湿度センサー	温度/湿度

コールドチェーンを断絶しない国際物流事例

鮮度保持技術・断熱技術の活用

2016年9月8日(木)

日本オペレーションズリサーチ学会
サプライチェーン戦略研究部会 (SCSR)

郵船ロジスティクス株式会社
第一総合開発営業部
物流技術開発営業課
明石友則

郵船ロジスティクスの事例紹介

1. MAXTENDによるCA輸送事例

2. コールドチェーンを断絶させない輸送

MAXTEND設置作業

カーテン設置



窒素ガス充填



コントローラー設置



ラベル



CA輸送の着地側評価



郵船ロジスティクスの事例紹介

1. MAXTENDによるCA輸送事例

2. コールドチェーンを断絶させない輸送

コールドチェーンの断絶リスク

国際輸送では貨物の積み替え時にコールドチェーンが断絶するリスクがある

(コールドチェーンの断絶例)

- 空調設備の無い倉庫での冷蔵コンテナ・冷蔵車両のバンニング・デバンニング
- 航空機への積み降ろしの際のランプサイドでの一時蔵置
- トラックによる越境輸送時に冷蔵車両の積み替え
- 宅配輸送中に冷蔵トラックのドアを繰り返し開閉



ドックシェルターのある冷蔵倉庫



ベトナム
国内冷蔵トラック

カンボジア
国内冷蔵トラック

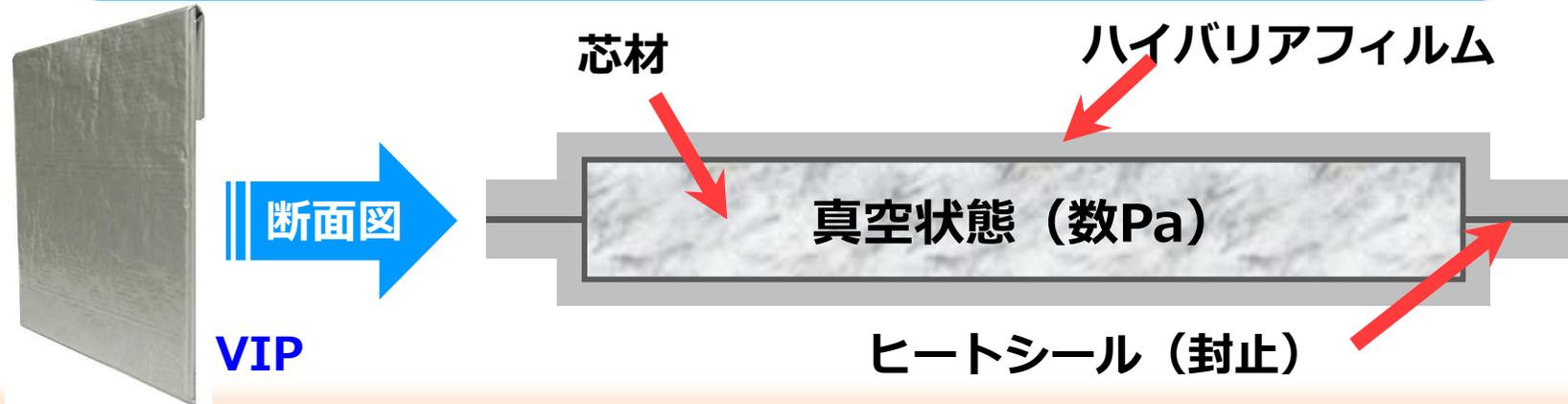
国境でのトラック積み替え

真空断熱パネルとは（DNP多機能断熱ボックスの断熱材）

真空断熱パネル

= Vacuum Insulation Panel 【VIP】

芯材（グラスウール、ウレタン等）を
ハイバリアフィルム（ガス透過性の低いフィルム）で包装し、
真空状態で封止をしたパネルです。



<VIPの用途>



家庭用大容量冷蔵庫
本体断熱材



自動販売機の
仕切り版

- ◆VIPは薄く、高断熱性能を有しているため、家庭用冷蔵庫・自動販売機の省電力・省スペースに貢献しています。
- ◆近年では、高断熱性能が要求される住宅用途での活用も期待されています。

(大日本印刷様提供資料)

真空断熱パネル（VIP）の特徴

同一断熱性に必要な厚み・重量の比較

＜熱抵抗値（厚み／熱伝導率）が $2.0\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ の場合＞



VIP

5mm, $1\text{kg}/\text{m}^2$



硬質ウレタン

50mm, $4\text{kg}/\text{m}^2$



グラスウール

100mm, $4\text{kg}/\text{m}^2$

VIP 5mmの使用で、
グラスウール100mm相当の
断熱が可能です。

- ◆狭い場所に設置が可能です。
- ◆軽量化が可能です。
- ◆高断熱性能を付与できます。

薄い
軽い
高断熱

DNP多機能断熱ボックス



（大日本印刷様提供資料）

青果物航空保冷輸送試験（日本⇒シンガポール）

東雲発（航空輸送）
3/10

羽田～チャンギ
3/11

シンガポール市内着
3/11

冷凍冷蔵コンテナで輸送している青果物を断熱ボックスに積み込み、ドライコンテナで航空輸送する。

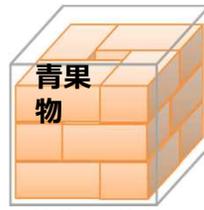
品物 : 青果物
(イチゴ、キウイフルーツ、コマツナ、サニーレタス、トマト、
ニンジン、ピーマン、ホウレンソウ、ラディッシュ)

荷物重量 : 約100kg
初期品温 : 約10℃
管理温度 : おおよそ10℃以下
保冷材 : 12kg
(500gパック×24個使用
天面12個、左側面・右側面・背面に各4個)

使用ボックス : パレットサイズ



DNP多機能断熱ボックス



青果物
荷物の積載イメージ



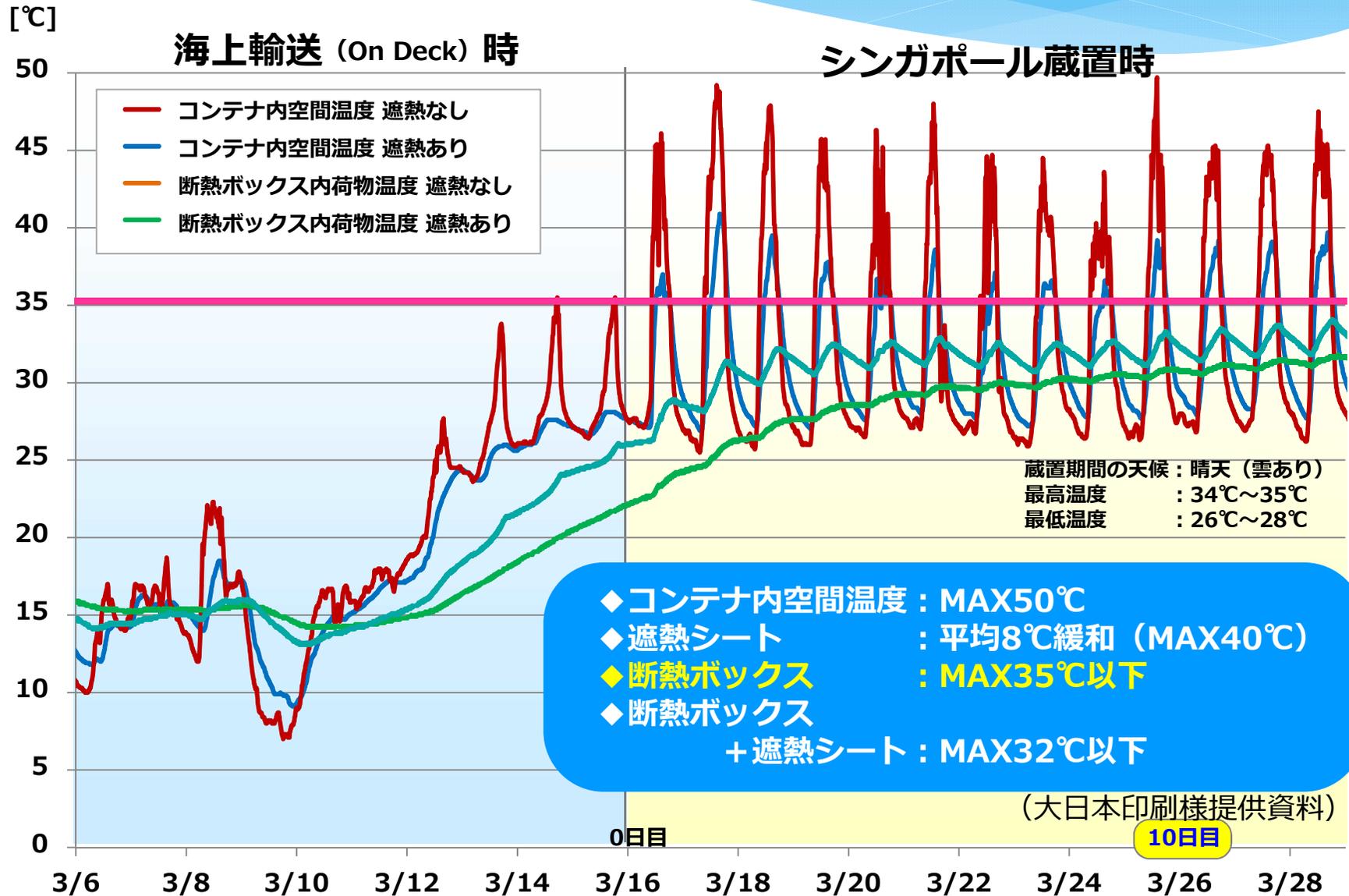
梱包の様子

(大日本印刷様提供資料)

青果物航空保冷輸送試験（日本⇒シンガポール） 温度評価結果



コンテナ内温度変化検証結果 (シンガポール蔵置試験13日間実施)



郵船ロジスティクスの物流技術

海上コンテナ用2段デッキを利用した積載向上



防熱輸送



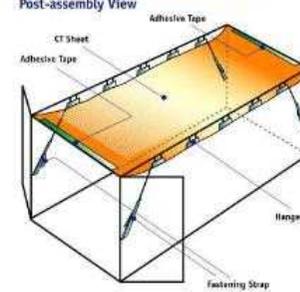
防振輸送



鮮度保持輸送



結露事故防止



常時モニタリング



重量コイル輸送 (Strang式)



自動認識技術 (RFID)・位置管理技術



(写真資料協力：MTI)



ご静聴ありがとうございました