

## 次世代物流システム構築シンポジウム

# 気象ビッグデータを活用した需要予測精度向上 によるサプライチェーンの全体最適化

一般財団法人日本気象協会事業統括部  
事業統括部長  
櫻井康博

## 1. 社会的課題

### 【 食品ロスの実態 】

国内の売れ残りや期限切れの食品、食べ残しなど「食品ロス」は年間**642万トン**。

世界の食料援助量（約320万トン）を上回る。

### 【 食品ロスの2大発生原因 】

- **流通** 流通が**50%超**
- **家庭**

流通段階でのロスは、リバーズ物流（返品・返送・廃棄など）が大きな原因。年間の返品額は約**1691億円**に達していると言われる。

### 【 社会的背景 】

企業の社会的責任が注目され、環境負荷を考慮した経済活動が消費者や社会から求められている。



**流通段階における食品ロス削減を図り  
効率的な経済活動に資する活動が必要。**

※農水省資料から抜粋



項目	原因	量
流通	期限切れ	300~400万トン
家庭	食べ残し	200~400万トン
計		500~800万トン

## 2. なぜ気象情報が重要なのか。

### <問題点>

- 需給のミスマッチを原因とした食品ロスの社会課題化
- ✓ 世界の食品援助量を上回る日本国内の食品廃棄量
  - ✓ 個社別の精度の低い需要予測に基づく各種計画
  - ✓ 各プレイヤーの連携不足による各種計画の不整合

### 社会的潮流

- 生産年齢人口の減少に伴う経済効率性に対するニーズの向上
- AI、IoTに代表されるIT技術の革新
- 食品流通における1/3ルールの緩和方針

### 気象データの活用

- 気象予測は**将来を予測できる**有効な技術
- ヒトの行動は気象変化に強く影響を受けて変化
- 既存の需要予測とは異なるアプローチが可能（面的情報）

### <解決の方向性>

気象データに基づく精度の高い食品の需要予測を元に、製配販の連携を促進し、サプライチェーンの全体最適化を目指す

## 3. 気象データの精度

### ➤ 近年の予測精度の変遷

#### 近年の予報精度は飛躍的に向上

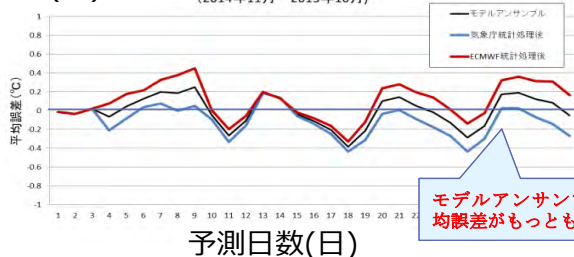
- 細かな雨量情報の開発  
(2014年8月、高解像度降水ナウキャスト)
- 短期予測の細密化・高度化  
(2014年3月、LFM2kmの配信)
- 長期予測の規制の緩和  
(2012年12月規制緩和、  
2014年3月細密化・高頻度化)



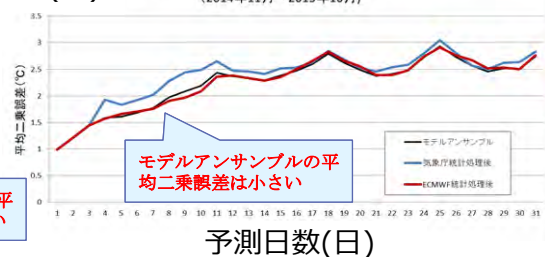
### ➤ 気象予測の利用方法

気象庁だけでなく欧州・中期予報センターのデータを利用。双方のデータを利用する（モデルアンサンブル）ことで単独モデルより精度は向上する。

平均誤差(°C) アンサンブル予測 地上気温の平均誤差比較図 (2014年11月～2015年10月)



RMSE(°C) アンサンブル予測 地上気温の平均二乗誤差比較図 (2014年11月～2015年10月)



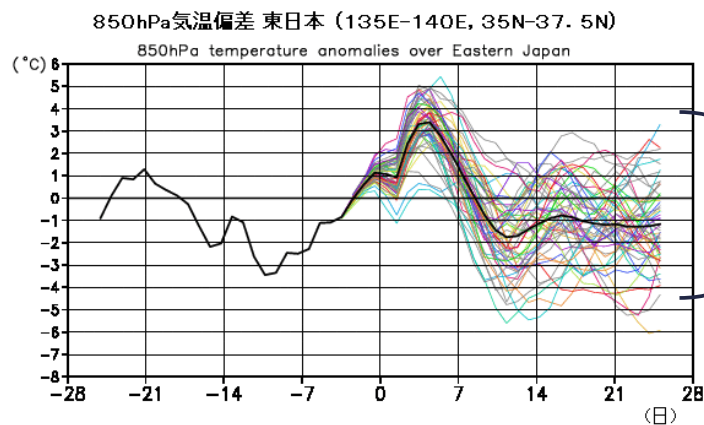
## 4. アンサンブル予報とは

### ▶ アンサンブル予報

: わずかなばらつきのある複数の初期値(メンバー)を用いて複数の予報を行う手法。

#### 特徴

- ◆ 複数の予報で見られるばらつきによって**予報の信頼度**を算出可能
- ◆ 複数の予測値の平均をとる(**アンサンブル平均**)  
⇒ 個々の誤差が打ち消し合われ、平均的な大気の状態の予測が可能に



ばらつきにより  
予測の信頼性を把握可能

(気象庁HPより)

## 5. プロジェクトの概要

「需要予測の精度向上・共有化による省エネ物流プロジェクト」  
として解析や実証実験を実施

平成  
26  
年度

### ▶ 気象の経済への利用可能性調査

- ・ **日配品** (豆腐)
- ・ **季節商品** (冷やし中華つゆ・鍋つゆ) で解析を行った。
- 地域 (関東地方) を絞って解析を行い、**各企業に応用できる共通基盤を作成**。

平成  
27  
年度

### ▶ 商品・エリアの拡大

対象商品を増加、対象地域を日本全国に広げる。参加企業も増加。

種類	品目
<b>日配品</b>	豆腐・冷やし麺など気象感応度の高い数十品目
<b>季節商品</b>	アイスコーヒー・機能性飲料・炭酸飲料・冷やし中華つゆ・そば・そうめん・鍋つゆ、etc

### ▶ 需要予測の高度化

人工知能技術を利用し、汎用性・網羅性・信頼性を確保。研究者の参加。

### ▶ 製・配・販の連携

各事業者の情報共有・流通方法の変更など、各事業者の連携の実験を行う。

平成  
28  
年度

### ▶ 社会実験

システムを構築。社会実験を行う。

## 6. プロジェクト参加企業

参加企業・研究者	<b>製造</b>	株式会社Mizkan、相模屋食料株式会社、キッコーマン食品株式会社、サントリービジネスエキスパート株式会社、ネスレ日本株式会社、ポッカサッポロフード&ビバレッジ株式会社、株式会社伊藤園	データ提供 実証実験の 効果測定
	<b>卸・流通</b>	国分株式会社、川崎近海汽船株式会社	
	<b>小売</b>	CVS : 株式会社ローソン、国分グロースーズチェーン株式会社 スーパー: 株式会社バロー、株式会社マルエイ ドラッグ: 株式会社ココカラファインヘルスケア、株式会社カメガヤ	
	<b>関係企業</b>	株式会社アットテーブル、株式会社シグマクス、株式会社あおぞら銀行、イーシムズ株式会社	データ提供 ビジネスモデル
	<b>システム</b>	インフォマティカ・ジャパン株式会社・株式会社チェンジ、インフォテリア株式会社、	システム構築
	<b>団体</b>	新日本スーパーマーケット協会	小売動向調査
	<b>研究者</b>	委員 : 立教大学、気象庁、東京都市大学、テクニカルソリューションズ株式会社 人工知能: 産業技術総合研究所人工知能研究センター 国立情報学研究所、早稲田大学	運営支援 解析支援

## 7. 製・配・販における課題

	課題	ニーズ
<b>共通</b> (製配販)	<ul style="list-style-type: none"> <li>食品ロス・機会ロスの発生</li> <li>売上増加への施策</li> <li>人材不足</li> <li>需要予測精度が不十分</li> <li>天候不順(変化)への対策不足</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>生産調整の高度化、在庫の最適化</li> <li>プロモーションの最適化</li> <li>経営効率化</li> <li>高精度な需要予測</li> <li>気象情報の有効活用</li> </ul>
<b>製</b> (メーカー)	<ul style="list-style-type: none"> <li>小売業と比較して顧客接点が不足</li> <li>消費者の最終需要だけでは生産調整困難</li> <li>中長期の気象変化への対応</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>小売との連携による顧客接点の増加</li> <li>卸や小売の販売行動の予測(連携不足)</li> <li>中長期の気象情報の活用</li> </ul>
<b>配</b> (卸・流通)	<ul style="list-style-type: none"> <li>他事業者の在庫状況の把握</li> <li>配送の最適化(復路の荷の確保等)</li> <li>短期~中長期の気象変化への対応</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>面的な需要・在庫把握</li> <li>配送の効率化(モーダルシフト・共同配送)</li> <li>短期~中長期の気象情報の活用</li> </ul>
<b>販</b> (小売)	<ul style="list-style-type: none"> <li>消費者に響く効果的な施策</li> <li>短期の気象変化への対応</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>消費者行動の把握</li> <li>メーカーとの共同販促</li> <li>短期の気象情報の活用</li> </ul>

課題は1業態だけでは解決できない。

→ 業種の壁を越えた連携を行い、課題を解決する必要がある。



## 8. 気象を活用した日配品（豆腐）の売上予測

### ➤ 日配品の特徴

冷蔵が必要で賞味期限が短く、日々、生産する商品。

生産リードタイム：1～2日

課題：生産調整。廃棄（食品ロス）が多く、曜日・特売・来店客数の影響を受ける。

商品によって気温感応度も大きく変化

### ➤ 必要な解析

✓ 商品カテゴリ分類（商品ごとの気象感応度や売上を調査し、対象とする商品を選択）

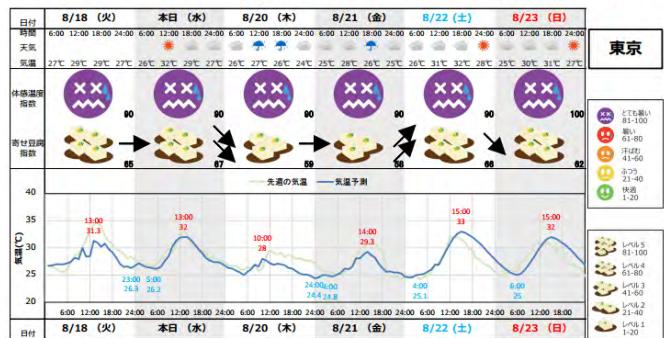
✓ 対象商品に対する情報の作成 → **2015年夏 食品ロス約30%削減を達成**

豆腐指数・気温（前週と今週）・体感気温・天気

売上	A	B	C	
気象感応度	A	寄せ豆腐	おぼろ豆腐	鍋用豆腐
	B	厚揚げ	焼き豆腐	麻婆豆腐
	C	木綿	絹	豆乳

気象の影響がもっとも大きい商品群

8月19日(水)発表 JWA特別気象予測 相模屋食料様 寄せ豆腐



一般財団法人日本気象協会  
防災ソリューション事業部 水防ソリューション課  
Tel: 03-5958-8154

## 9. 気象を活用した季節商品(つゆ)の売上予測

### ➤ つゆの特徴

特定の季節に需要が集中する。

生産リードタイム：1～2週間

課題：生産調整・最適在庫。季節終盤の終売時に廃棄（食品ロス）が多い。

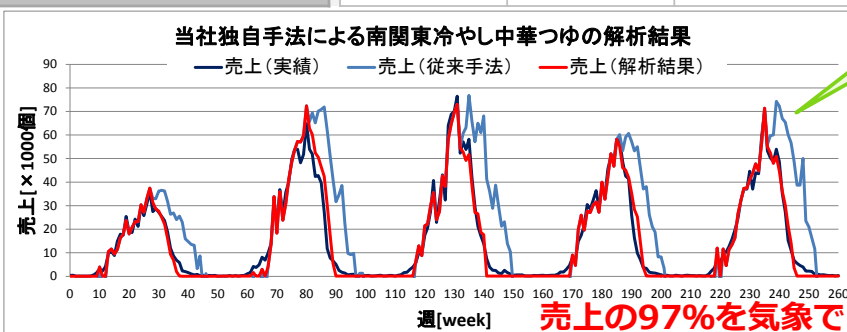
### ➤ 必要な解析

✓ 商品の売上予測（市場規模の売上予測） → **2015年度 在庫約20%削減を達成**

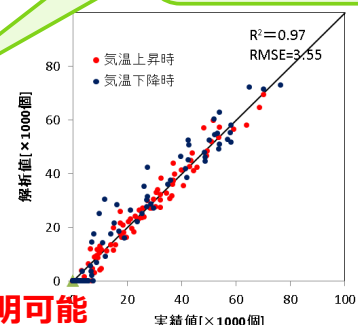
✓ 最適な販売促進期間の算出・小売業との協業 → **2016年 実証予定**

売上が落ちる夏の終わりから秋は、同じ気温であっても売上が鈍ることを考慮

	相関係数	決定係数	気象で説明できない部分
従来手法（気温回帰式）	0.77	0.59	41%
本手法	0.99	0.97	3%



売上の97%を気象で説明可能



# 10. 気象を活用した季節商品(飲料)の売上予測

## ➤ 飲料の特徴

夏季に需要が集中する傾向があるが、年中、売上は存在する。

生産リードタイム：1~2か月

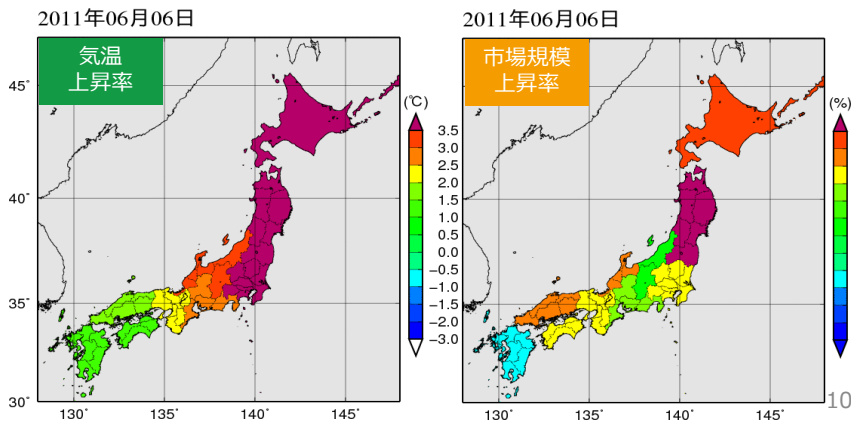
課題：最適在庫。夏季の在庫過小による販売調整、在庫過大による**在庫維持費用増加**。

卸・小売店との販売見通しの共有。意思決定早期化によるモーダルシフト

## ➤ 必要な解析

✓ 需要の急増する地域に在庫配置 → **2015年 モーダルシフトを達成**

✓ 商品の売上予測（市場規模の売上予測） → **2016年度 実証予定**

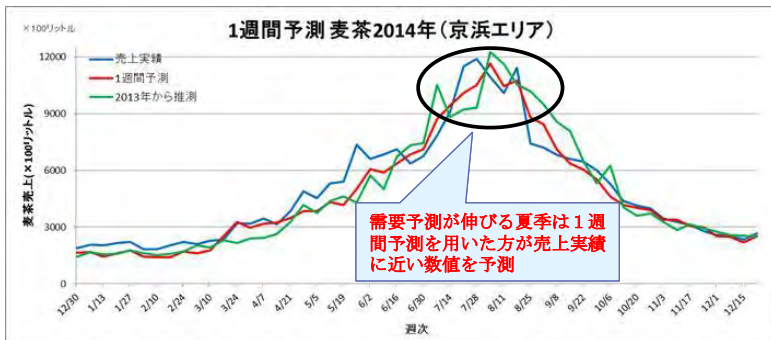


- ✓ 気温と市場規模の関係性把握
- ✓ 市場規模と発注量の関係性評価
- 市場規模の動きと関係性が崩れた場合、発注量が大きくバランスを崩す
- **早期にバランス崩れを把握**
- ✓ 在庫量の最適化

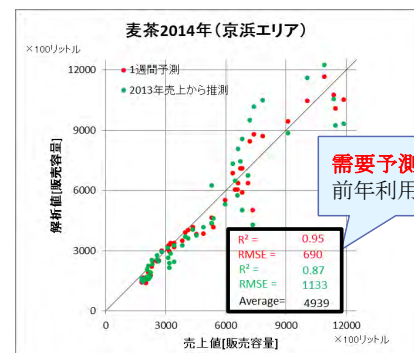
# 11. 予測気温を用いた需要予測

気象感応度の高い商品の需要予測について、前年度実績から求める場合と、あらかじめ気象との需要の関係性を解析した結果に基づく需要予測から求めた場合を比較。

## <麦茶の事例>



2010~2013年で作成したモデルを用いた2014年の1週間予測利用解析値（京浜エリア）



前年実績推測値・1週間予測利用解析値と2014年市場規模の相関（京浜エリア）



「京浜エリア」だけでなく、全国的に気象予測に基づいた需要予測の精度が勝ることを確認

## 1 2. 気象を活用したモーダルシフト

### 実証実験内容

#### 【課題】

遠方に商品を配送する際、リードタイム上1週間予測ではトラックで配送せざるを得ない。

#### 【実施内容】

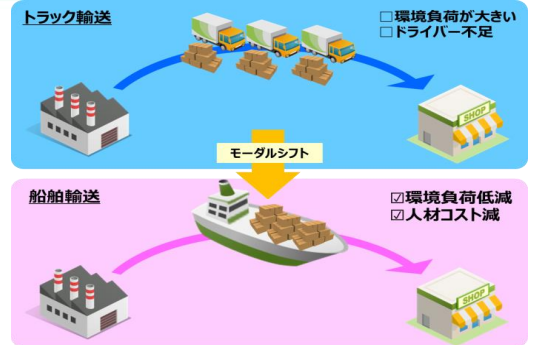
気象庁だけでなくECMWFのデータを利用して2週間の気象予測を作成しモーダルシフトを実現。前年同週の気温と合わせて日々、データを送信。また、船会社には海象予測を航海ごとに配信（燃費消費量の最小化）。

時期 : 2015年夏

商品 : コーヒー

送信情報 : 2週間気温予測（今年と前年同週）

海象情報と最適航路



東京気象予測 12月3日(木)発表

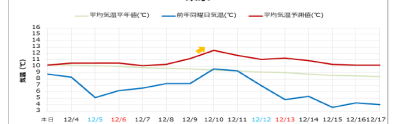
一般財団法人日本気象協会  
防災ソリューション事業部 気象予測システム課  
〒100-8388 東京都千代田区千代田1-1-1  
TEL: 03-3958-8154

向こう1週間は日差しが出る日が多い。10日に気温上昇

■ 発表日

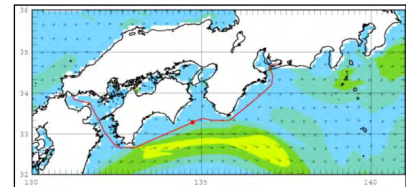
2015年12月3日(木)

■ 一言メモ



■ コメント

東京は、明日4日(金)以降は日差しが出る日が続くでしょう。気温について、向こう1週間は平年並みか平年より高くなるでしょう。また、来週10日(木)に気温が上昇する見込みです。昨年(14年)は寒波の影響により平年より気温が低かったため、冬商材の需要は昨年と比べると低くなる可能性があります。



Japan Weather Association All Rights Reserved.



モーダルシフト実現 + 経済運航

→ 総CO<sub>2</sub>排出削減量101.4トンを実現※

※ 上記削減量は経済産業省・国土交通省の改正省エネ法（経済産業省告示66号及びパンフレット「改正省エネ法の概要」）を参考に算出

## 1 3. ECoRO 推奨航路の傾向と特徴

海象予測（海上風、波浪、海潮流）予測により「燃費最少となる航路計画」と「定時性確保した航速計画」を提供。

#### 日本海航路

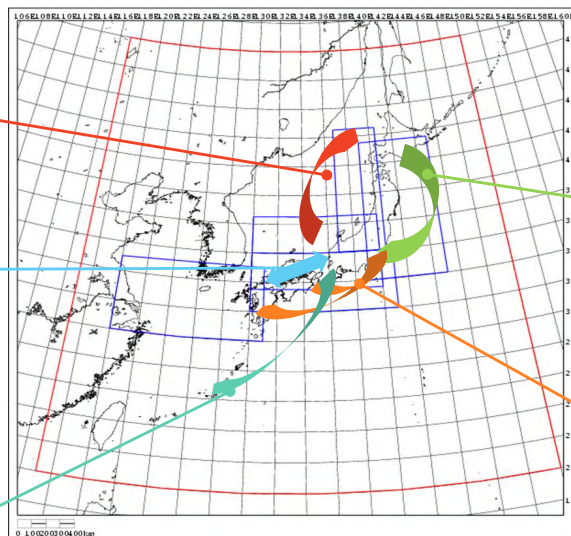
- 津軽海峡を通航する場合、津軽暖流を利用/避ける効果が得られる
- 冬季は海上風、海上波浪による影響が大きく、これらによる速度低下が最小となる航路を選択する

#### 瀬戸内海

- 航路選択の幅はほぼないと考えられる
- 潮流の影響が強いため、着時刻予測が有効である（航路は固定）
- 潮流情報の利用が可能

#### 沖縄航路

- 黒潮の流れに沿った長距離航路
- 順潮航路では流軸に近い航路を、逆潮航路では黒潮を避ける航路を選択する



赤枠： ECoROサービスエリア  
(6Nメッシュ)

青枠： 詳細情報使用範囲  
(2Nメッシュ)

#### 北航路

- 津軽暖流の影響が強い
- 北上航路は、逆潮を避け速度低下を抑える
- 南下航路は、津軽暖流を利用し、低出力で船速を保持する

#### 黒潮航路

- ECoROで最も大きな省エネ効果が得られる
- 東上航路では、黒潮を利用し、低出力で船速を保持する
- 西下航路では、逆潮を避け速度低下を抑える

	北航路	黒潮航路	沖縄航路	日本海航路
削減効果	2 ~ 5 %	3 ~ 5 %	1. 5 %	1 ~ 2 %

Japan Weather Association All Rights Reserved.

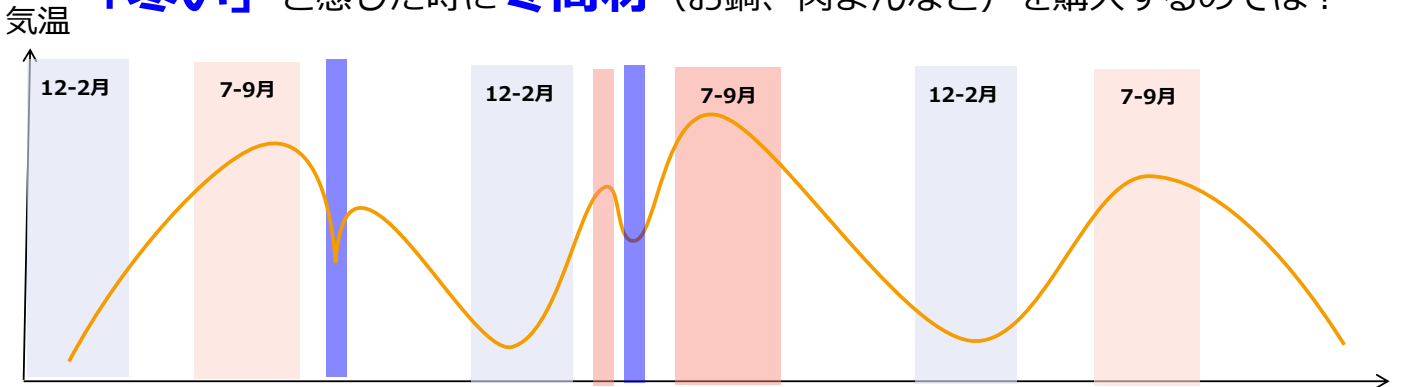


# 体感気温・・・購買行動に直結する気温

消費者は、客観的な気温ではなく、

「暑い」と感じた時に**夏商材**（飲料、アイスなど）を購入し、

「寒い」と感じた時に**冬商材**（お鍋、肉まんなど）を購入するのは？

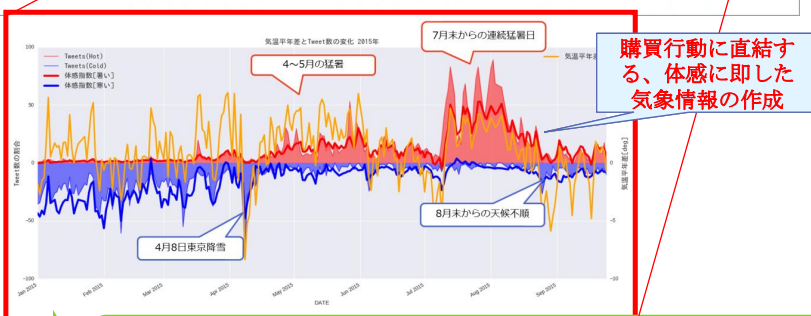
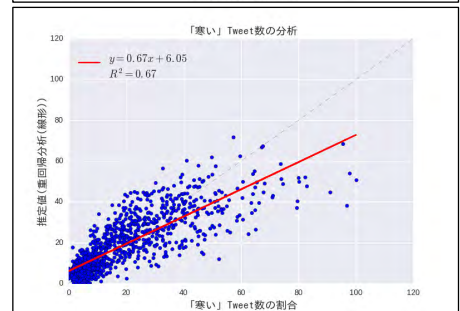
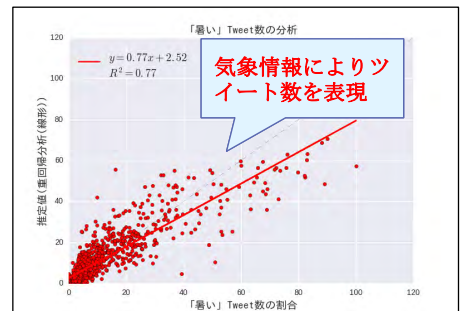
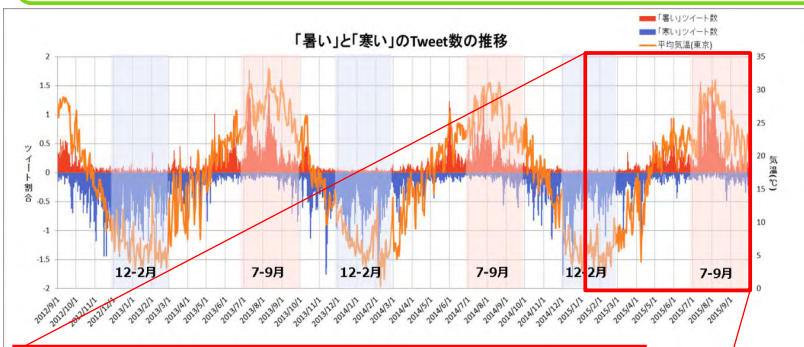


どんな時に「暑い」「寒い」と感じるのか？

気象データとTweetデータから体感を表す「暑い」「寒い」をどのように客観的に算出できるかを検討

# 15. 需要予測モデルの高度化（1）

Twitterの「つぶやき」データを解析し、客観的な気象観測よりも商品の需要に直結すると考えられる指標の抽出を検討



「暑い」「寒い」と商品需要の相関関係も確認。他の体感指標を抽出することにより、より高度な需要予測を実施できる可能性が明らかになった。

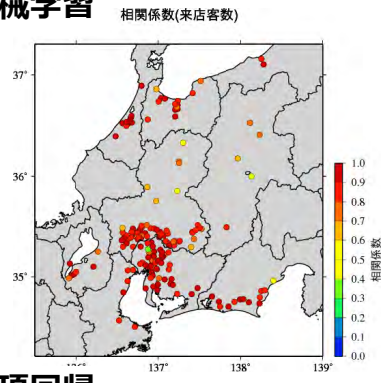


# 16. 需要予測モデルの高度化（2）

## ①機械学習

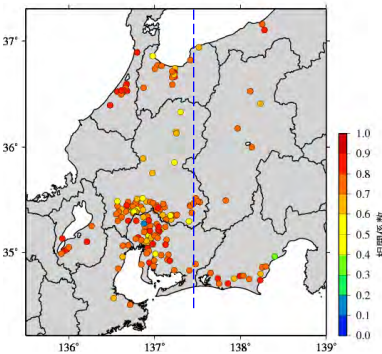
独立事例の相関係数（全店舗平均）

手法	相関係数
①機械学習	<b>0.8593</b>
②線形回帰	0.7238
③多項回帰	0.5052

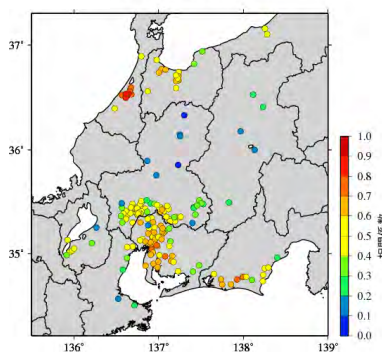


図の○印は各店舗の位置、色分けは来店客数予測のテスト期間の相関係数。  
※学習期間(2013年) テスト期間(2014年)。

## ②線形回帰



## ③多項回帰



人工知能技術である「機械学習」活用により、来客店数予測高度化の可能性が明らかになった

# 17. CPFR導入の可能性

小売店とのオペレーション連携までを視野に、まずは情報の共有化から着手、徐々に関係を深化させる、段階的なCPFR\*の導入が有効と考えられる



\*CPFR : Collaborative, Planning, Forecast, Replenishmentの略  
小売業と製造業が協力しながら、商品における計画から予測、補充までを行う統合的なビジネス・プロセス

# 18. 今後について

## 情報の見える化

## 情報の個社利用

## 情報の連携利用

これまで

- ✓ メーカー・卸
  - ・全国への適用可能性の実証
- ✓ 小売
  - ・汎用的な予測手法の確立
- ✓ 消費者
  - ・AIを利用した新たな知見の創出

- ✓ つゆ (Mizkan)
  - 在庫20%弱削減
- ✓ 日配品 (相模屋食料)
  - 食品ロス約30%削減

- ✓ 製 ⇄ 流通
  - ネスレ日本と川崎近海汽船でモーダルシフト
  - 二酸化炭素101.4トン削減

課題

- ✓ メーカー・卸
  - ・物流量の可視化(横持ち)
- ✓ 小売
  - ・重要課題の特定
  - ・可視化すべき内容の検討
- ✓ 消費者
  - ・需要量との関係の調査

- ✓ メーカー
  - ・需要減少時のアプローチ検討
  - ・情報利用の普及時間
- ✓ 卸・小売
  - ・活用イメージの不足
  - ・自社システムとの関係性

- ✓ メーカー・卸
  - ・共同販売計画の枠組みの確立
  - ・卸・流通との連携方法の模索
- ✓ 小売
  - ・共同販売計画の策定
  - ・実証先との協力体制
  - ・競合店へのノウハウ流出

これから

**人工知能を利用した  
需要の可視化方法の検討**

**Webシステムを活用した面的  
需要予測情報の活用**

**実証実験の拡大  
(共同販促・CPFR)**