

気象庁委託調査

清涼飲料分野における気候情報を活用した気候リスク管理技術に関する調査
報告書【概要版】

平成 31 年3月

株式会社 True Data

(協力:一般社団法人全国清涼飲料連合会)

< 目 次 >

1	調査目的	1
2	清涼飲料業界での販売数に関する調査	2
2.1	調査の概要	2
2.2	自販機での販売数データを用いた調査	2
2.2.1	利用データ	2
(1)	自販機での販売数データ	2
(2)	気象観測データ	2
2.2.2	調査方法	3
2.2.3	調査結果	3
2.2.4	まとめ	3
(1)	ホット⇄コールドの切り替え時期は販売機会ロス増大の可能性	3
(2)	販売数と気温の関係は、容量によって相違	エラー! ブックマークが定義されていません。
(3)	カテゴリ別品目別販売数と気温の関係早見表	エラー! ブックマークが定義されていません。
2.3	流通小売店舗での販売数と気温の関係と自販機との違いの分析	5
2.3.1	利用データ	5
2.3.2	調査結果、まとめ	5
3	サプライチェーンの各段階における気候情報活用に関する調査	6
3.1	調査概要	6
3.2	参画企業からのヒアリング結果	6
3.3	配送センターからの出荷データを用いた調査	6
3.3.1	利用データ	6
(1)	清涼飲料出荷数データ、在庫数データ	6
(2)	気象データ	7
3.3.2	調査方法	7
3.3.3	調査結果	7
3.3.4	まとめ	8
4	総括	9
4.1	一般社団法人全国清涼飲料連合会からの総合評価	9
5	気候リスク管理における今後の課題と解決に向けた提案	10
5.1	本調査に基づく提案	10
5.2	清涼飲料業界以外の産業分野への応用について	10
5.3	二週間気温予報の効果的な活用方法	10

1 調査目的

気候情報を活用した気候リスク管理（一定期間持続する顕著な高温や低温等の気候による影響を分析・評価し、影響の軽減等に向けた対策の実施）を行うことにより、悪い影響を軽減もしくは良い影響を利用できる産業分野は多いと考えられるものの、週間天気予報より先の長期の予報はその予測精度が向上してきているにもかかわらず、各種産業での利活用が進んでいないのが実情である。

この実情を踏まえ、気象庁では、気候情報の利便性の向上や、気候の影響を受けやすい産業分野を対象とした気候リスク管理の有効性を示す事例（成功事例）の創出及びその成果の公表などを通じた気候リスク管理技術の普及に取り組んでいる。

本調査は、気象庁が上で述べた気候情報の利活用促進に関する取組の一環として実施するもので、2016年度、2017年度に実施した内容をさらに深化させたものである。具体的には2016年度、2017年度調査では、「コーヒー飲料等」、「紅茶飲料」など、飲料のカテゴリー単位で自動販売機（以下「自販機」という。）での販売数と気象の関係の分析を行った。ここで自販機での販売データを利用した理由は、各種販売促進手段による影響がなるべくないデータを用いることで気象と販売数の分析をより正確に行うためである。この結果から、カテゴリー単位での気象との関係性を把握し、自販機への補充などへ活用することができた。一方、品目（容量、糖度等）は把握できないため、品目単位での補充に活用するには不十分であった。このため、本調査では品目単位の販売数と気象との関係性を体系化し、生産側まで含めた幅広いサプライチェーンの各段階において気候データを業務に活用するための分析も行う。

実施に際しては、消費者の需要にタイムリーに応えるべく業界の活性化に取り組まれている一般社団法人全国清涼飲料連合会（以下「全国清涼飲料連合会」という。）にご協力いただいた。

2 清涼飲料業界での販売数に関する調査

2.1 調査の概要

本調査は、気象庁の委託調査として、気候の影響を受けやすい産業分野である清涼飲料分野を対象とし、全国清涼飲料連合会及び会員企業4社の協力を得て、株式会社 True Data（以下「True Data」という。）が実施したものである。

本項では、自販機での販売数を用い、カテゴリーごとに品目単位で気候リスクの評価を行った。また、流通小売店舗での販売数と気象データとの関係の分析を行い、販売チャネルによる、販売数と気候の関係の違いの有無を調べると同時に、購買者の年代による違いがあるのかも検証した。

調査にあたっては、清涼飲料業界で実際に利用価値の高い調査結果となるよう、調査の中間報告を行い、清涼飲料業界からのコメントをいただく場として検討会を3回開催した。検討会では、調査結果についての多くのコメントいただくことができ、調査方針・内容に反映させた。

2.2 自販機での販売数データを用いた調査

2.2.1 利用データ

(1) 自販機での販売数データ

第 2.2.1-1 表 調査に用いた販売数データ

品目	カテゴリー	ホット/ コールド	商品属性	容量
	コーヒー飲料等	ホット コールド	無糖、微糖、その他	350ml 以上(500ml 以下)、 250ml 以上、250ml 未満
	紅茶飲料	ホット コールド	-	-
	果汁飲料等	ホット コールド	果汁 70%未満、野菜飲料	280ml 以上(500ml 以下)、 280ml 未満
	炭酸飲料	コールド	糖分あり、糖分なし、栄養炭酸	350ml 超(500ml 以下)、 350ml 以下
	スポーツ飲料等	コールド	-	-
	ミネラル ウォーター類	コールド	無味、 フレーバードウォーター	-
	緑茶飲料等	ホット コールド	緑茶、麦茶、ジャスミン 茶、ブレンド茶	-
	その他	おしるこ	ホット	-
ココア		ホット コールド	-	-
コーンポタージュ		ホット	-	-
期間	2017年4月1日～2018年3月31日			
地域	東京都、大阪府			
設置場所	屋外(オープンロケーション設置)			

(2) 気象観測データ

第 2.2.1-2 表 調査に用いた気象観測データ(日別値)

要素	平均気温、最高気温、最低気温、積算降水量、平均湿度、日照時間
期間	2017年4月1日～2018年3月31日
地点	東京(東京都)、大阪(大阪府)

2.2.2 調査方法

相関係数	販売数と気象要素の関係を相関係数で定量的に評価するとともに、散布図で分布傾向を分析し、販売数に大きく影響を与える気象要素を決定する。
時系列図・散布図	上記で決定した気象要素について、時系列図及び散布図から気象要素の変動に伴う販売数の変動について分析を行う。
変曲点	散布図による分析では、気象要素の変動に伴う販売数の変動傾向が大きく変わる閾値(変曲点)があることが分かる。なお、気温については、1℃変化したときに販売数の変化の割合が最大になる値を「変曲温度」と呼ぶこととする。各品目において変曲温度を把握することで自販機への効率の良い補充計画等に資することを目指す。

2.2.3 調査結果

品目単位で商品の販売数と気温の関係を分析し、それぞれの変曲温度を最高気温、最低気温別に求めた。最高気温、最低気温のうち、変曲温度付近で気温が1℃変化したときの販売数の増加率がより大きい気象要素を特定し、品目単位にその気象要素の変曲温度をまとめた(第2.2.3-1表)。

第2.2.3-1表 品目別変曲温度対応表(コーヒー飲料等/ホットのみ抜粋)

カテゴリー	ホット/ コールド	商品属性	容量	気象要素	変曲温度(℃)
コーヒー飲料等	ホット	全体	全容量	最低気温	18
			350ml 以上	最低気温	18
			250ml 以上	最低気温	17
			250ml 未満	最低気温	17
		無糖	全容量	最低気温	18
			350ml 以上	-	(売上データ極少)
			250ml 以上	最低気温	17
			250ml 未満	最低気温	18
		微糖	全容量	最低気温	18
			350ml 以上	-	(売上データ極少)
			250ml 以上	最低気温	17
			250ml 未満	最低気温	18
		その他	全容量	最低気温	17
			350ml 以上	最低気温	17
			250ml 以上	最高気温	23
			250ml 未満	最低気温	18

2.2.4 まとめ

(1)	変曲温度の有無	販売数と気温の間に高い相関がある場合でも、特定の気温前後で、気温の変動に伴う販売数の増加率が大きく変わる気温(変曲温度)が存在する品目と、存在が判然としない品目があった。
(2)	ホット⇄コールドの切り替え時期は販売機会ロス増大の可能性	コーヒー飲料等、紅茶飲料、緑茶飲料等といった、ホットとコールドが存在するカテゴリーにおいて、ホット⇄コールドの切り替えのタイミングでホットとコールドの総販売数が一時的に低下することがある。これは、販売機会ロスが発生しているとみられる。変曲温度を活用してホット⇄コールドの切り替えを適切なタイミングで行うにことで、販売機会ロスを防ぎ、販売数の増加につなげられるものと考えられる。

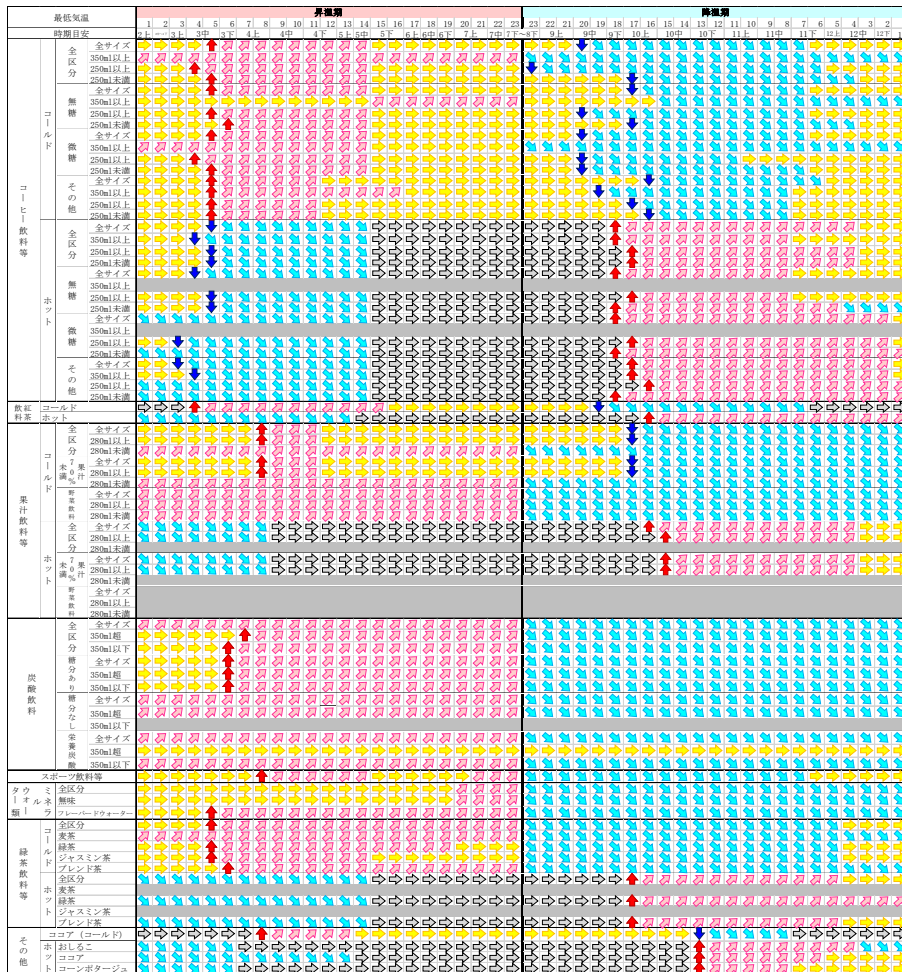
(3)	指標とすべき気温の種類は、地域や品目によって相違	本調査で分析を行った品目のうち約半数は、東京都と大阪府で指標とすべき気温の種類が異なった。地域・品目単位にあった指標を利用することで、より精度の高い活用を行うことができる。
(4)	販売数と気温の関係は容量によって相違	本調査で分析を行ったカテゴリーのうち、コーヒー飲料等(コールド)においては、容量によって販売数と気温の関係に違いが見られた(第2.2.4-1表参照)。
(5)	販売数と気温の関係において特異な傾向を示す品目群	販売数と気温に関係はあるが、その傾向が独特な品目がある。
(6)	カテゴリー別品目別販売数と気温の関係 早見表	品目別の販売数と気温の関係を、細かい温度帯別に整理した帳票を作成した(第2.2.4-2表参照)。自販機への商品の補充、品目の入れ替え、ホットとコールドの切り替えを行う際、具体的にどの温度帯でどの品目を調整したら良いか等、オペレーション上、有用であると考えられる。

第2.2.4-1表 コーヒー飲料等の容量による気温との関係性の違いと考察

容量	散布図	考察
350ml 以上		リキャップ可能な容器が多く、購入後別の場所に移動して飲むことが多いため気温の影響度が小さいと考えられる。
250ml 以上		衝動的購入での消費パターンが多いため、気温よりも体感的な陽気との関係性が強く、昇温期と降温期で販売数に差があるプロットになると考えられる。
250ml 未満		お気に入りとして買ってその場で飲む消費パターンが多いため、気温との関係性がより鮮明になる可能性がある。

第2.2.4-2表 品目別温度別販売傾向一覧(最低気温版)

凡例		気温が1℃変化したときに販売数の変化の割合が最大になる値(変曲温度)
		季節進行に合わせて販売数が増加傾向
		季節進行に合わせて販売数が減少傾向
		それまでの販売数横ばい状態だったものから季節進行に合わせて販売数が減少する起点
		気温上下に関わらず販売数が横ばい
		販売数がほぼない



2.3 流通小売店舗での販売数と気温の関係と自販機との違いの分析

2.3.1 利用データ

True Data の保持する東京都所在の複数スーパーマーケット店舗での炭酸飲料、スポーツ飲料等の、統計処理された年代別販売データと気象観測データ(期間等は第2.2節と同じ)を用いた。

2.3.2 調査結果、まとめ

(1)	自販機との相違	自販機よりもスーパーマーケットの方が気象の影響を受けにくいことが分かった。
(2)	ケース買い需要	自販機で購入されるものは、すぐその場あるいは勤務先、学校など外出先での飲用が前提であることが多いのに対して、スーパーマーケット店舗で購入されるものは、自宅に持ち帰り、自宅での飲用あるいは備蓄前提であることが多い。
(3)	疾病対策効果	スポーツ飲料等のうち一部の品目は、冬季を中心とした疾病時の水分補給のための飲用という特有の購入パターンがある。そしてその購入パターンは、自宅飲用あるいは備蓄用が中心のスーパーマーケット店舗では見られるが、外出先での飲用が中心の自販機ではあまり見られない。

3 サプライチェーンの各段階における気候情報活用に関する調査

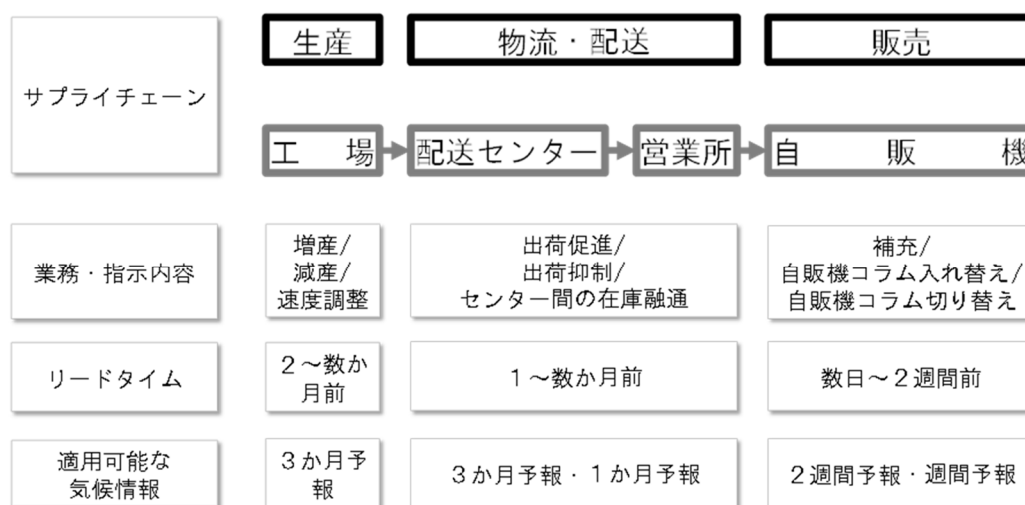
3.1 調査概要

2016年度以降のこれまでの分析の中で、清涼飲料分野における非常に多くの種類の品目の販売数に気温との関係が認められ、販売機会に気候情報を活用すれば販売機会ロスの削減などに効果があることが示された。販売機会ロス削減にあたっては、消費者との接点において、購入できる適正量の在庫が用意されている必要がある。そのためには、販売だけでなく商品の配送や生産までの一連のサプライチェーンにおいて商品の適正な手配や準備ができていることが望ましく、その部分でも気候情報が活用されて然るべきである。ただし、サプライチェーンの段階によって、業務の意思決定から現場で実現されるまでのリードタイムが異なるため、参考にすべき気候情報の内容や参照頻度も変わってくる。

本節では、生産から販売にかけての一連のサプライチェーンで総合的に気候情報を活用する際の活用方法と有用性を分析、整理する。

3.2 参画企業からのヒアリング結果

現状、清涼飲料分野における一般的なサプライチェーンの各段階での役割と業務内容、リードタイムと適用可能な気候情報は第3.2-1図のとおりである。



第3.2-1図 清涼飲料分野における一般的なサプライチェーンの各段階での役割など

3.3 配送センターからの出荷データを用いた調査

3.3.1 利用データ

(1) 清涼飲料出荷数データ、在庫数データ

第3.3.1-1表 調査に用いた出荷数、在庫数

カテゴリ	スポーツ飲料等
期間	2016年～2018年(4月～7月)
地域	全国に複数ある配送センターからの出荷数のうち、東京都内に所在する営業所あてのもの

(2) 気象データ

第 3.3.1-2 表 調査に用いた気象データ

期間と地域は出荷数、在庫数データと同じ。

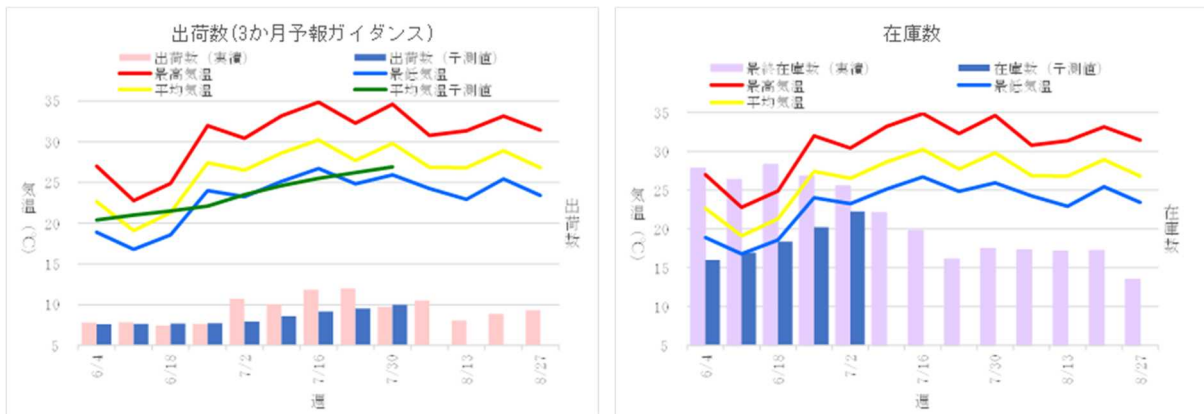
	要素・種類
観測データ	平均気温、最高気温、最低気温
予報データ	3 か月予報(発表予報)、3 か月予報ガイダンス、3 か月予報アンサンブル格子点値、2 週間気温予報ガイダンス
平年データ	平均気温

3.3.2 調査方法

2016 年 4~7 月及び 2017 年 4~7 月の出荷実績データをもとに 2018 年 6~7 月のシミュレーションを行う出荷数予測モデルを構築、気象観測データ、気象予報データ、気象平年データの各気温を出荷数予測モデルに代入し、出荷数及び在庫数をシミュレーションして検証を行った。

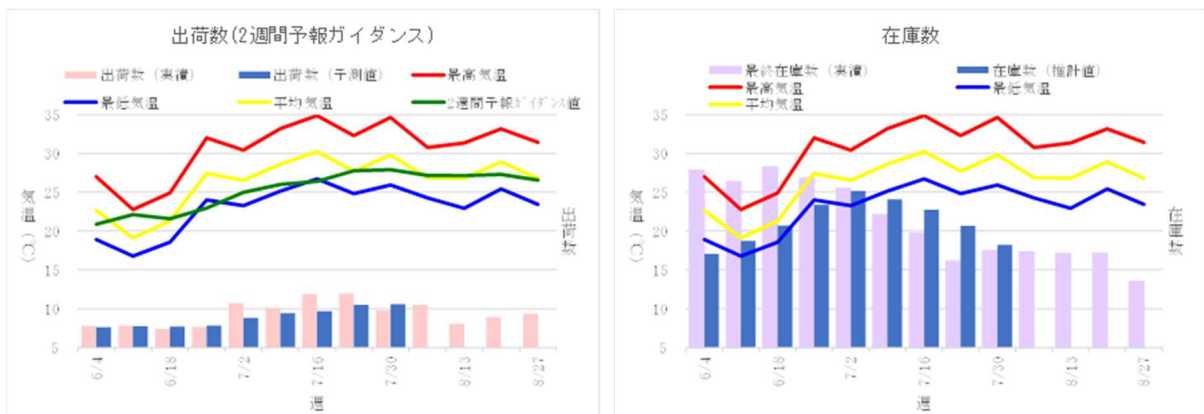
3.3.3 調査結果

① 3 か月予報ガイダンス値に基づくシミュレーション



第 3.3.3-1 図 3 か月予報ガイダンスに基づく出荷数予測値(左)と在庫数推計(右)
2018 年 4 月 25 日発表。

② 2 週間気温予報ガイダンスに基づくシミュレーション



第 3.3.3-2 図 2 週間気温予報ガイダンスに基づき予測される出荷数(左)と在庫数推計(右)

3.3.4 まとめ

出荷数予測モデルの変数に様々な指標を代入して出荷数を予測した結果を第 3.3.4-1 表にまとめる。実際の 2018 年 6、7 月それぞれ 1 か月間の出荷数実績値を 100%としたときの割合で示す。

第 3.3.4-1 表 気候情報を活用した出荷数予測の効果検証表

出荷数予測に用いた代入した条件		6 月	7 月
2018 年の出荷数実績値		100%	100%
平均気温平年値を代入した場合		100.43%	68.05%
3 か月予報ガイダンスの平均気温を活用した場合	4 月 25 日発表	100.43%	72.10%
	5 月 25 日発表	99.80%	72.10%
2 週間気温予報ガイダンスの平均気温を活用した場合		101.51%	83.81%
気温データを使わず前年(2017 年)の出荷数を代入した場合		110.29%	86.98%

2018 年 6 月及び 7 月の東京の観測気温は、6 月中旬に気温が平年を下回る期間があった以外、気温が平年を上回る時期が多くあった。参画企業からのヒアリングによるとこの期間、常に生産工場では最大の生産能力での稼働を続け、それまでの最大出荷数だった 2010 年同時期の実績値を上回る出荷を行った。それでも在庫数は 7 月に入って減少し、計画を上回る需要があったことが分かる。最も在庫数水準が低かった 7 月下旬は、営業所から配送センターに対して出荷要請があってもそれに対応するだけの出荷ができないほど在庫が不足していたとのことである。気候情報を活用することで、その需要を事前に把握し、対応した出荷が可能であるかが、検証のポイントとなる。

4 月 25 日及び 5 月 25 日の 3 か月予報ガイダンス発表時点での 2018 年 7 月の出荷数予測値は、2018 年 7 月の出荷数実績値に対して 72.10%と過少の予測となった。これは、4 月 25 日及び 5 月 25 日発表の 3 か月予報ガイダンスの気温の予測値がそれぞれ平年差+0.4℃だったのに対して実際の 7 月の気温は平年差+3.3℃高くなったことが原因と考えられる。

本調査では 3 か月予報ガイダンスが出荷数予測に有効だった事例と有効ではなかった事例と両方を認識することができた。それを踏まえサプライチェーンの各業務において気候情報をより効果的に活用するにあたっては、例えば以下のような気候情報活用の手順をとることが考えられる。

- Step1 3 か月予報発表予報を参照し、平年より低い確率、平年並みの確率、平年より高い確率のそれぞれの数値をチェックする。
- Step2 Step1 のそれぞれの確率を見たとき、平年より高い確率(あるいは低い確率)が、例えば 40%以下だった場合は 3 か月予報ガイダンスの予測値を出荷数予測モデルに代入して出荷あるいはそれに合わせた生産・配送計画を立てる。
- Step3 Step1 のそれぞれの確率を見たとき、平年より高い確率(あるいは低い確率)が例えば 50%以上と予測された際は、3 か月予報アンサンブル格子点値を用いて予測される気温の上限値・下限値を把握し、それらを出荷数予測モデルに代入して、想定出荷数の最大値及び最小値を把握してリスク対策に備える。

4 総括

4.1 一般社団法人全国清涼飲料連合会からの総合評価

初年度調査で15か月だった分析期間が3年間へと延び、本年度はその3年目、調査・分析の集大成となる。本年度は昨年実施の検討事項と課題を踏まえ、対象商品の精緻化・拡大を実施するとともに、サプライチェーン・マネジメント上のビジネスチャンスを模索した。

製造計画においては、3か月予報を超える季節予報が重要となるため、現段階では3か月予報の活用が有効であるとは断言し難い。しかし、情報の特性を把握した上で長期予報を判断材料の一部とし、製造におけるリスクの幅を想定することは、非常に有用であると考ええる。

今回、一番大きな成果として挙げられるのは、やはり自動販売機におけるホットとコールドの入れ替えについて、具体的な対応シミュレーション案を作成することができた点である。

これまでの自販機における調査によって、現場の経験則が数値として証明され、さらに気候情報を利用することで、より精度の高いオペレーション実現の可能性が見出された。

4.2 全体まとめ

清涼飲料分野において、サプライチェーンの各段階で活用すべき気候情報の内容とその時間的な流れを体系化した。生産計画、在庫計画には、長いスパンの気候情報の活用が有効なため、気候予測情報の種類別の特性を把握した上でより効果的な活用をするための考え方と手順を示した。

第4.2-1表 サプライチェーンの各段階で気候情報活用の手順
季節予報に関する気象庁情報カタログ (https://www.data.jma.go.jp/add/suishin/cgi-bin/catalogue/make_product_page.cgi?id=Kisetsu)を参考に作成。

時系列	5か月前	3か月前	2か月前	1か月前	2週間前	
業務内容	生産計画	出荷計画・在庫計画			補充計画	出荷調整
活用すべき気候情報	暖候期／寒候期予報	3か月予報 (発表予報、ガイダンス、アンサンブル格子点値)	1か月予報 (発表予報、ガイダンス、アンサンブル格子点値)		2週間気温予報 (※2019年6月運用開始予定)	
活用方法 (図は長期予報内での表示例)	発表予報の、高い(低い)の確率の値を確認。50%以上が予想されている場合は顕著な高温(低温)まで想定する。高温であればコールド、低温であればホット品目の生産を例年より早くフル稼働開始。 	発表予報の、高い(低い)の確率の値を確認。40%以下であればガイダンスの予測値を利用した出荷数の予測を行う。50%以上であれば、顕著な天候となるおそれがあるのでアンサンブル格子点値を用いてリスクの上限値と下限値を計算しておく。  	変曲温度に到達するか、到達する時期の確認。変曲温度到達が予想される場合はコラムの変更あるいは補充頻度の変更を準備。		品目別温度別販売傾向一覧を参考に、販売動向に変化が予想される場合は、工場側に生産スピードを落とす指示を出すかどうか判断する。	

5 気候リスク管理における今後の課題と解決に向けた提案

5.1 本調査に基づく提案

参画企業からのヒアリングによれば、清涼飲料業界の多くの企業で生産数や出荷数・在庫数を決定する際、長期予報を気にしており需要予測などに活用したいというニーズもあるが、予報に関する定量的な数値を使って積極的に活用するまでには至っていないという意見が多かった。

今日、企業でシミュレーションを行う場合や様々なデータの関係性を分析する際、AI(Artificial Intelligence)技術の活用が急速に普及している。その場合、確率表記だけでなく、予報モデルの出力結果やそれを気象庁の高度な知見に基づき統計処理され数値化された情報は非常に有用であるし、今後一層活用度が高まっていくことが期待される。そのためには、どこに行けばどのような情報があり、どのような特性を持ち、どのような効果が期待でき、時にはどのような問題点を含んでいるか、気象庁の情報の性格を、情報活用側の企業はきちんと把握することが非常に重要である。今回の調査では、3か月予報の発表予報だけでなく、ガイダンス、アンサンブル格子点値などの予報資料を合わせて活用すれば、得たい結果の振れ幅(最大値と最小値)を把握することでリスクが見積もれるなど、企業にとって有用な情報になることが示唆された。

ここで、情報活用側の企業が気象庁の情報の種類や性格をきちんと把握するために、気象の特性と企業の業務内容それぞれの知識を持ち合わせる気象予報士あるいは気象会社が情報の橋渡し役を担うことが重要になってくるものと考えられる。

5.2 清涼飲料業界以外の産業分野への応用について

本調査では、清涼飲料分野で各種の気候情報がサプライチェーンの各段階における業務の意思決定の中で活用できることを示した。清涼飲料分野に限らず、季節によって販売数が大きく異なるカテゴリーを販売しているあらゆる流通企業において、またあらゆる産業分野においても、適応可能であると考えられる。

5.3 二週間気温予報の効果的な活用方法

気候情報が生産計画及び在庫計画・配送計画に対する施策に有効であることが示された。一方で、2週間気温予報は、生産計画のリードタイムが2か月以上前からのため活用しにくい。

しかし、在庫計画・配送計画を立てた後、季節の変わり目や需要の転換点(気温の変化傾向)をどの時点で迎えようかの見極めが可能な2週間気温予報は出荷数の調整に利用可能と考える。例えば、需要期がピークを過ぎ、販売動向に変化が予想される場合は、工場側に出荷速度生産スピードを落とす指示を出すことで、営業所あるいは自販機や店頭での過剰在庫を防ぐ可能性がある。

今後、気象庁は2週間気温予報を毎日発表するだけでなく、最高気温、最低気温に関しても前後2日間ずつを加えて算出する5日間平均値も発表する。そうすると、最高気温、最低気温を用いた分析により変曲温度を算出することで、2週間先までの販売数予測をすることができる。その結果、変曲温度を突破するタイミングなどの需要の転換点をより細かく把握することができるようになり、今まで以上に精度の高い出荷オペレーションが実現できることが期待される。