

気象データアナリスト育成講座
カリキュラムガイドライン

令和3年2月2日

Ver. 1.0

気象庁

はじめに

産業界ではいま、急速にデジタルトランスフォーメーション（以下「DX」という。）が進んでいます。そして、このDXの進展に伴って、あらゆるビジネスの6割以上に影響を与える気象のデータについても、活用可能性が高まっています。一方で気象データは、データ自体の種類の高さや、観測や予測といった概念、予測誤差があるため確定論的に扱うことができないなど、他のデータと異なる特徴があります。実際に、気象データを扱っている方々からも、気象データを適切に扱うためには、気象データ特有の専門的な知識について学ぶ必要があることについて指摘されてきました。

これらの状況を踏まえて気象庁と気象ビジネス推進コンソーシアム（以下「WXBC」という。）では、気象データの知識とデータ分析の知識を持ち、気象データとビジネスデータを分析して新規事業創出や課題解決ができる人材「気象データアナリスト」の育成に向けて議論を重ね、今般、こうした人材を育成できる講座を認定する制度を創設しました。この制度は、気象庁とWXBCが検討したスキルセットや標準的なカリキュラムに準ずる民間講習を認定し、一定以上の品質が担保された民間講習の実施を後押しすることを通じて、気象データアナリストを増やしていこうというものです。

この制度のベースとなっているスキルセットや標準的なカリキュラム検討にあたっては、大学教員、データサイエンスや気象データに関する有識者の知見の他、試験的に行った講習の受講生からの意見も取り入れたほか、経済産業省第四次産業革命スキル習得講座認定制度や一般社団法人データサイエンティスト協会のスキルチェックリストも活用するなど、「ビジネスで本当に役に立つ内容」となることを追求しました。

このカリキュラムガイドラインは、上記のスキルセットと標準カリキュラムの内容を総合的に示す、いわば気象データアナリスト育成のための学習指導要領となっています。

このカリキュラムガイドラインでは、まず気象データアナリストとして必要なスキルを明らかにするとともに、そのスキルを身に着けるために必要な講習内容や講習形式についての指針を示しています。また、これらを行うためにモデルとなる標準的なカリキュラムも示しています。これらを指針とすることで、一定の品質が担保された講座を開講できることが期待できます。

また、技術の進展や気象データアナリストへのニーズの変化に応じて、このカリキュラムガイドラインは、随時更新していくものとしています。

本ガイドラインが、気象データ活用によるDXを加速させ、もって産業の興隆に資することを願っております。

カリキュラムガイドライン

1. 気象データアナリスト育成講座の目標

- 1) 自社のビジネスモデルの理解に加え、リスク、利益、社会的責任の観点から解決すべき課題を発見できるようになること
- 2) 様々な機関が公開している各種気象データの特徴を理解した上で、自社のデータをどのように組み合わせると課題解決に結びつくかについて、仮説を立てられるようになること
- 3) データサイエンスのスキルを使って仮説を検証し、課題解決ができるようになること

2. 対象となる受講者

ビジネスにおいて気象データの活用に興味・関心がある方

3. 必要なスキル及びスキルごとのカリキュラム内容

1) 気象

A. 目標

気象に関する基礎的な知識と気象データの特徴や扱い方を理解し、ビジネスにおいて気象データを活用する際に注意すべき点を踏まえて、気象データ活用の検討ができるようになることを目指す。

01. 気象現象や気候変動に関して、時間スケールや空間スケールを考慮しながら、身の回りで起こる気象や気候変動がどのように起きているのかについて理解を深める。
02. 気温、風速などの基本的な気象要素を理解し、自らのビジネスと関連する要素の検討をできるようにする。
03. 気象観測と気象予測の手法と特徴を理解した上で、気象予報の不確実性についても理解し、データの検討やデータ分析の設計をできるようにする。
04. 気象データの種類を把握し、それぞれの特性を理解した上で目的に合わせたデータの選択を行うことができるようにする。
05. 特殊なフォーマットであるGPV形式のデータのハンドリングを行うことができ、目的に合わせて適切なデータの加工を行うことができるようにする。

06. 気象業務法に則り、気象データを適切に取り扱うことができるようにする。

B. 内容

(知識および技能)

□ 気象現象や気候変動に関する理解

01. 気象現象の知識に関する次の事項を身につけることができるよう指導する。

- 時間スケールが大きいと空間スケールも大きいという関係性について理解していること。
- 各種気象現象がどのスケール分類に含まれるか理解していること。
- 温帯低気圧と前線の発生・発達、上空の流れとの関係を理解していること。
- 熱帯低気圧・台風の発生・発達と、温帯低気圧化に伴う変化、台風の統計情報、日本への主な影響を理解していること。
- 大気安定度（不安定度）と、積乱雲の発生・発達について理解していること。
- 日本における代表的な異常気象・気象災害の概要を理解していること。

02. 気候変動の知識に関する次の事項を身につけることができるよう指導する。

- 気候変動について、自然的要因と人為的要因の違いを理解していること。
- エルニーニョやラニーニャの日本の気候への影響について理解していること。
- 温室効果と代表的な温室効果ガスについて理解していること。

□ 気象要素や気象観測・気象予報に関する理解

01. 気象要素の知識に関する次の事項を身につけることができるよう指導する。

- 風向・風速と、東西風・南北風の概念を理解していること。

- 水平風と鉛直流のスケールの違いと、鉛直P速度について理解していること。
- 相対湿度・露点温度・水蒸気量・混合比など、大気中の水分量を表す気象要素について理解していること。
- 海面気圧と現地気圧の違いや、海面更正を理解していること。
- ジオポテンシャル高度と気圧面高度の概念を理解していること。

02. 気象観測・気象予報の知識に関する次の事項を身につけることができるよう指導する。

- 気象官署の観測の種類とAMeDAS観測の種類について理解し、それらの違いを把握していること。
- 気象衛星観測の種類と、算出できる気象要素について理解していること。
- 気象レーダー等による観測の種類と測定できる気象要素について理解していること。
- 高層気象観測とその観測要素について理解し、エマグラムの読み取りを行うこと。
- 数値予報の概念を理解していること。
- 予報時間（FT）とリードタイムの概念について理解していること。
- 気象庁の数値予報モデルの種類とターゲットについて理解していること。
- アンサンブル予報の概念と、種類・ターゲットについて理解していること。
- 降水確率予報について理解していること。
- ガイダンスの役割を理解し、各ガイダンスで使われている手法（カルマンフィルター・ニューラルネットワークなど）を理解していること。
- 気象で使われる精度評価指標（スレットスコアなど）を理解していること。

（思考力・表現力）

- 気象データの不確実性

01. 気象予報の不確実性に関する次の事項を身につけることができるよう指導する。

- 気象は非線形システムであり、初期値での微小な誤差が時間発展とともに拡大する性質を理解していること。
- 現在の予測技術の性能と限界を理解していること。

□ 気象データの種類と選択

01. 気象データの種類に関する次の事項を身につけることができるよう指導する。

- アメダスなど気象庁の観測データは、観測機器が正常に稼働しているかを厳密に監視しているうえで観測データが提供されていることを理解していること。
- 瞬間値・積算値として取り扱われる気象要素とその特徴を理解していること。

02. 気象データの選択に関する次の事項を身につけることができるよう指導する。

- 代表的な気象データの種類を知っており、目的に応じて最適なデータを選定すること。
- 気象データカタログから目的に応じて欲しいデータを能動的に探すこと。

□ 気象データのハンドリング

01. GPVデータに関する次の事項を身につけることができるよう指導する。

- GPVの意味（空間を代表する値）を理解していること。
- GRIB2・netCDFという、気象分野独特の多次元バイナリデータのフォーマットを理解していること。
- wgrib2などのソフトウェアを使ってGPVデータをデコードし、適切に処理すること。

02. データの変換・計算に関する次の事項を身につけることができるよう指導する。

- 気象データの単位変換ができること。

- 気象データが持つタイムゾーン（UTC, JSTなど）の違いを理解し、適切に変換できること。
- ある気象要素を用いて、別の気象要素を計算できること。

□ 気象業務法

01. 気象業務法に関する次の事項を身につけることができるよう指導する。

- 気象予測を行い、その結果を利用者に提供するには、気象庁の予報業務許可が必要であることを理解していること。
- 気象データを使っても最終的なプロダクトが気象予測でない場合は、予報業務許可は不要であることを理解していること。
- 警報のような防災上の重要な情報は気象庁が発表し、気象庁以外の者は発表できないことを理解していること。

C. 内容の取り扱い

01. 内容の（知識および技能）に関する指導については、次の事項に配慮するものとする。

- 座学・Eラーニングによる動画学習・演習を組み合わせ、計画的に指導すること。

02. 内容の（思考力・表現力）における授業時数については、次の事項に留意するものとする。

- 「気象データの不確実性」「気象データの種類と選択」「気象業務法」に関する指導については、少なくとも1～2時間程度を配当するものとし、計画的に指導すること。
- 「気象データのハンドリング」に関する指導については、少なくとも3～6時間程度を配当するものとし、計画的に指導すること。

03. 内容の（思考力・表現力）に関する指導については、次の事項に配慮するものとする。

- 講義の中では演習（個人・グループ問わない）を行い、取り組み結果に対するフィードバックを行うこと。

04. 教材については、次の事項に留意するものとする。

- 内容の（思考力・表現力）の教材は、実際の気象データ活用事例に即した事例集やケーススタディ等を用意すること。

2) データサイエンス

A. 目標

統計学や機械学習の手法に関する基礎知識を理解した上で、自らコーディングを行い、分析結果の評価まで行うことができるようになることを目指す。

01. 統計学に関して、確率分布や仮説検定、回帰分析の概念を理解したうえで、実際のデータに適用し、結果の解釈を行うことができるようにする。
02. 機械学習における教師あり学習・教師なし学習の一般的なアルゴリズムについて理解し、目的に応じて適切なモデルを選択して、精度評価を行うことができるようにする。
03. 画像認識や自然言語処理などの非構造化データについて、一般的な処理の手順を理解できるようにする。
04. データの入手から前処理、特徴量作成など一連のデータ分析の流れを理解したうえで自らプログラムを書いて実行できるようにする。

B. 内容

（知識および技能）

□ 統計学

01. 統計学の手法に関する次の事項を身につけることができるよう指導する。
 - 基本統計量を見てデータの特徴や傾向を読み取ること。
 - 確率分布の概念を理解し、代表的な確率分布である正規分布や二項分布について形状とパラメータを理解していること。
 - 仮説検定の概念を理解し、検定結果をみて施策評価を行うこと。
 - 回帰分析の概念を理解し、線形回帰分析やロジスティック回帰分析を実行すること。
02. 時系列データに関する次の事項を身につけることができるよう指導する。
 - 時系列データの特徴についてクロスセクションデータとの違いを理解していること。

□ 機械学習

01. 教師あり学習に関する次の事項を身につけることができるよう指導する。

- 教師あり学習の概要について理解し、説明できるようにすること。
- 一般的な教師あり学習（決定木、ランダムフォレスト等）のアルゴリズムを理解し実行できること。
- ディープラーニング（ニューラルネットワーク、CNN等）の概要について理解し、実行できること。
- モデルの評価指標を見て精度評価を行うこと。
- モデルの精度を向上させるためハイパーパラメータの調整を行うこと。

02. 教師なし学習に関する次の事項を身につけることができるよう指導する。

- 教師なし学習の概要について理解し、説明できるようにすること。
- 一般的な教師なし学習（K-means法、PCA等）のアルゴリズムを理解し実行できること。

03. 非構造化データに関する次の事項を身につけることができるよう指導する。

- 画像認識の一般的な処理の手順について理解していること。
- 自然言語処理の一般的な処理の手順について理解していること。

□ データハンドリング

01. データの前処理に関する次の事項を身につけることができるよう指導する。

- 欠損値処理やデータの結合など基本的なデータの前処理を行うこと。
- 使用する手法に合わせて適切にデータを加工すること。

02. 特徴量の作成に関する次の事項を身につけることができるよう指導する。

- ビジネスに関する知識等を活かしながら、仮説を立てて特徴量の作成を行うこと。

(思考力・表現力)

□ データの可視化

01. グラフ作成に関する次の事項を身につけることができるよう指導する。
 - 目的に合わせて、適切なグラフの選択を行うこと。

C. 内容の取り扱い

01. 内容の（知識および技能）に関する指導については、次の事項に配慮するものとする。
 - 座学・Eラーニングによる動画学習・演習を組み合わせ、計画的に指導すること。
02. 内容の（知識および技能）における授業時数については、次の事項に留意するものとする。
 - 「統計学」「機械学習」に関する指導については、それぞれ少なくとも10～30時間程度を配当するものとし、計画的に指導すること。
03. 内容の（知識および技能）に関する指導については、次の事項に配慮するものとする。
 - 講義の中では演習（個人・グループ問わない）を行い、取り組み結果に対するフィードバックを行うこと。
04. 教材については、次の事項に留意するものとする。
 - 内容の（知識および技能）（思考力・表現力）の教材は、気象データに即したケーススタディに限定しない。

3) ビジネス

A. 目標

様々なフレームワークを活用して、自社・他社のビジネスに対する理解を深め、リスク・利益・社会的責任の視点から解くべき課題の候補を出せるようになることを目指す。

01. ビジネスにおいて気象データを活用して解くべき課題を見つける際に、リスク・利益・社会的責任の3つの視点から網羅的に検討することができるようにする。
02. ビジネスモデルキャンバス等のフレームワークを活用しながら、自社や他社のビジネスモデルについて説明できるようにする。
03. リスクマトリクス等のフレームワークを活用しながら、考えうるリスクの候補を洗い出し、それぞれのリスクに対して優先度をつけて対処することができるようにする。
04. 業務フロー図等のフレームワークを活用しながら、自社や他社の業務フローを時系列や関連部署ごとに細かく整理できるようにする。
05. 持続可能な開発目標（SDGs）の概要を理解し、自社だけでなく社会全体に及ぼす影響について考慮できるようにする。

B. 内容

（知識及び技能）

□ ビジネス課題の発見

01. 解くべき課題の見つけ方に関する次の事項を身につけることができるよう指導する。
 - 気象データ活用のためには、リスク・利益・社会的責任の3つの視点から解くべき課題を見つける必要があると理解すること。
 - 内部要因だけでなく、外部要因についても考慮しながら気象データの活用について検討すること。
02. 解くべき課題を見つけるためのフレームワークに関する次の事項を身につけることができるよう指導する。
 - ビジネスモデルの整合性を確認するためのフレームワークとして、ビジネスモデルキャンバスを活用すること。
 - 様々なリスクに対して優先度をつけるためのフレームワークとして、リスクマトリクスを活用すること。

- 自社や他社の業務に関して時系列・関連部署ごとに整理するためのフレームワークとして、業務フロー図を活用すること。

(思考力・表現力)

□ 分析提案書の作成

01. 分析提案書の作成に関する次の事項を身につけることができるよう指導する。

- 対象となるビジネスモデルを深く理解した上で、ユーザー視点に立って分析提案書を作成すること。
- 事前に仮説を立てて、分析結果のアウトプットのイメージを作成すること。

□ 分析結果のレポートイングと評価

01. 分析結果のレポートイングと評価に関する次の事項を身につけることができるよう指導する。

- ビジネスに対する理解と分析結果を踏まえて、分析報告書を作成すること。
- 分析報告書を元に相手に伝わるプレゼンテーションを行うこと。
- ビジネスに対する理解と分析結果を踏まえて、具体的な打ち手のアイデアを出すこと。
- 分析結果を元にビジネスインパクトを評価できること。

C. 内容の取り扱い

01. 内容の（知識および技能）に関する指導については、次の事項に配慮するものとする。

- 座学・Eラーニングによる動画学習・演習を組み合わせ、計画的に指導すること。

02. 内容の（思考力・表現力）における授業時数については、次の事項に留意するものとする。

- 「分析提案書の作成」に関する指導については、少なくとも3～6時間程度を配当するものとし、計画的に指導すること。

- 「分析結果のレポートニングと評価」に関する指導については、少なくとも3～6時間程度を配当するものとし、計画的に指導すること。

03. 内容の（思考力・表現力）に関する指導については、次の事項に配慮するものとする。

- 「分析提案書の作成」および「分析結果のレポートニングと評価」については、気象に係る事例を選定すること。
- 講義の中では演習（個人・グループ問わない）を行い、取り組み結果に対するフィードバックを行うこと。

04. 教材については、次の事項に留意するものとする。

- 内容の（思考力・表現力）の教材は、実際の気象データ活用事例に即した事例集やケーススタディ等を用意すること。

4. 修了認定要件

各事業者において、課題の提出状況、理解度確認テスト、講義への出席率に応じて修了認定を行うこと。

5. 気象データアナリストに必要なスキルセットまとめ

大カテゴリ	小カテゴリ	具体例	知識	技能	思考力・表現力	データサイエンティスト協会スキルチェックリストとの対応
気象	気象現象を理解している	気象現象の時間スケールと空間スケールについて理解している	○			
		台風や前線、温帯低気圧等の気象現象について理解している	○			
	気候変動を理解している	エルニーニョや人為的な温暖化などの気候変動について理解している	○			
	気象要素を理解している	気温、風速、天気、相対湿度等の気象要素について理解している	○			
	気象観測を理解している	アメダス・ゾンデ等の手法など気象観測について理解している	○			
		気象観測値の相場観（降水量等）を理解している	○			
		瞬間値と積算値の違いを説明できる	○	○	○	
	気象予報の手法を理解している	数値予報・確率予報・アンサンブル予報等の気象予報の手法を理解している	○			
	気象データの不確実性を考慮できる	気象予報の不確実性について理解し説明できる	○	○	○	
		実況データと予測データの違い（時間・空間・性質等）を説明できる	○	○	○	
		気象データに含まれる誤差、品質管理について理解している	○			
		FT・リードタイムと予報の不確実性の増大を考慮することができる	○	○		
	気象データのハンドリングができる	気象データの種類を把握し、検索でき、適切に選択し、入手できる	○	○		
		特殊なフォーマットであるGPV気象データをハンドリングできる（デコード等）	○	○		
		気象データの利用目的に応じて適切な加工ができる	○	○		
気象業務法について理解している	気象業務法に則って適切にデータを扱い、プロダクトを発表することができる	○	○	○		
データサイエンス	統計学の手法を実行できる	基本統計量を見てデータの特徴や傾向を読み取ることができる	○	○		2-3-9
		確率分布の概念を理解し、代表的な確率分布の形状とパラメー	○	○		2-10,11

		タを説明できる				
		仮説検定の概念を理解し、A/Bテストを用いた施策評価を行うことができる	○	○		2-48-54
		回帰分析の概念を理解し、最小二乗法（OLS）やロジスティック回帰分析を実行できる	○	○		2-25-33
統計学の理論を人に説明できる		時系列分析の概要を理解し、クロスセクションデータとの違いを説明できる	○	○	○	2-210
機械学習のアルゴリズムを実行できる		一般的な教師あり学習（決定木、ランダムフォレスト等）を理解し実行できる	○	○		2-55-58, 17 1-179
		一般的な教師なし学習（K-means法、PCA等）を理解し実行できる	○	○		
		ディープラーニング（ニューラルネットワーク、CNN等）を理解し実行できる	○	○		2-197-198
		モデルの評価指標を見て精度評価を行うことができる	○	○		2-37-41
		モデルの精度を向上させるためハイパーパラメータの調整を行うことができる	○	○		2-192
機械学習の理論を人に説明できる		画像認識の一般的な処理の手順について理解している	○			2-235
		自然言語処理の一般的な処理の手順について理解している	○			2-219-225
データの取得ができる		データベースから必要なデータを抽出することができる	○	○		1-65,66
		APIを通じたデータ取得を行うことができる	○	○		1-65,66
データの可視化を行うことができる		データ可視化について、分析目的に合わせて適切なグラフを選択できる	○	○	○	2-105-108,1 10-112
データの前処理を行うことができる		欠損値処理やデータの結合など基本的なデータの前処理を行うことができる	○	○		2-87-89
特徴量の作成を行うことができる		仮説を立てて特徴量の作成を行うことができる	○	○		2-93-95
プログラミングができる		PythonやRを用いて、基本的な統計学や機械学習のアルゴリズムを実装できる	○	○		3-117
クラウド環境について理解している		クラウドサービスを利用してデータサイエンスに必要なリソースを確保できる	○	○		3-67
ビジネス	ビジネス課題を見つめることができる	自社のビジネスと気象の影響についてリスクマトリクスで整理し人に説明できる	○	○	○	
		自社・顧客・サプライヤーを含めたビジネス全体を整理するビ	○	○	○	

		ビジネスモデルキャンパスを作成し人に説明できる				
		自社および顧客の業務を深く理解し、業務フロー図で整理し人に説明できる	○	○	○	
		気候変動やSDGsなどの社会的課題を理解している	○			
		気候変動やSDGsについて自らが果たすべき社会的責任を理解している	○			
		自らの抱えるビジネス課題について、仮説を立てることができる	○	○	○	1-62
		顧客行動を理解し、ユーザー視点で発想することができる	○	○	○	1-41
分析提案書を作成することができる		分析提案書を作成することができる	○	○	○	1-32
		仮説に基づいて分析アウトプットのイメージができる	○	○	○	1-60
分析結果のレポートイングと評価を行うことができる		分析結果を元に分析報告書を作成することができる	○	○	○	1-35
		分析報告書を元にプレゼンテーションを行うことができる	○	○	○	1-39
		分析結果から打ち手のアイデアを出すことができる	○	○	○	1-71
		分析結果を元にビジネスインパクトを評価することができる	○	○	○	1-81

※ 一般社団法人データサイエンティスト協会のスキルチェックリストとの対応

各科目の学習ゴールについて、データサイエンティスト協会が定めるスキルチェックリストを元に、ビジネス力、データサイエンス力、データエンジニアリング力の該当項目について、以下のように通し番号（No）を記載した。

ビジネス力に関する項目：1-●●

データサイエンス力に関する項目：2-●●

データエンジニアリング力に関する項目：3-●●

例)

自らの抱えるビジネス課題について、仮説を立てることができる 1-62

スキルチェックリスト ver3.01：

スキルカテゴリ「課題の定義」 サブカテゴリ「アプローチ設計」

仮説検証思考で、論点毎に検証すべき項目を識別できる

6. 標準的なカリキュラムの目安

分野	内容
気象	<ul style="list-style-type: none"> ● 気象学一般（基礎的な気象現象や気象要素など） ● 気象データに関する知識 <ul style="list-style-type: none"> ○ 気象データの特徴 ○ 気象データの入手方法 ○ 気象データのハンドリング ● 気象データ活用プロジェクト <ul style="list-style-type: none"> ○ 気象データ活用事例の紹介 ○ ケースを用いたプロジェクト型学習
データサイエンス	<ul style="list-style-type: none"> ● データ分析入門 <ul style="list-style-type: none"> ○ 課題特定とデータ分析導入 ○ データの可視化 ● 統計手法&確率入門 <ul style="list-style-type: none"> ○ 確率・統計的検定（A/Bテスト） ○ 回帰分析・因果推論 ○ 時系列分析導入 ● AI&機械学習入門 <ul style="list-style-type: none"> ○ 教師あり学習（決定木、ランダムフォレスト等） ○ 教師なし学習（PCA、クラスタリング等） ○ 非構造化データ（画像処理・自然言語処理等） ○ モデル評価とモデルアップデート方法
ビジネス	<ul style="list-style-type: none"> ● リスク・利益・社会的責任 <ul style="list-style-type: none"> ○ ビジネスモデルキャンバス ○ リスクマトリクス ○ 業務フロー図 ○ 気象に関するSDGs