

気象を研究・理解するための 様々な方法

© 2025 stratoverse

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (CC BY-NC-ND 4.0).

自然科学研究の基本スタイルは3つある：

①観察・観測、②実験、③理論の3つである

自然科学研究の基本スタイル

* 何かを研究するには、
まず観測・観察が第一歩

①観察・観測

“野外実習”
野外(その場)に行って、
観察・標本採集(≈実習、実践)
⇔座学

②実験

(室内・コンピュータ)

“比較”が本質的要素

③理論

1. 法則との違いは？
2. 予報(天気予報)、
予言？

“理論”と“法則”は、国語辞典的には、 次のような意味を持つ

理論と法則

理論	theory
法則	law

＊ 観察・観測、実験、理論の各方法で、
“有名な”業績をあげた人物・内容などを挙げよう

理科(科学)の業績の整理例

自分の専門や興味のある分野(物、化、生、地)で、
小中高理科の教科書にあるような有名なもの
できれば、同じ(似た)テーマについてのものを挙げるとよい

	要約	人物	詳細(内容、方法、など)
観察・観測			
実験			
理論			

例えば、温帯低気圧の関連では、 3方法による歴史的な成果として下のものがある

自然科学研究の3方法の例: 温帯低気圧

①観察・観測

ブランドス(1820)は、
1783年3月の低気圧通過時に各地で観測されたデータを集めて、
世界で初めて“天気図”を描き、
温帯低気圧の広がり、天気との関連などに気付いた。
(http://www.jma.go.jp/jma/kids/faq/a5_41.html)

②実験

フルツ(1950)とハイド(1953)らは、回転水槽実験で、
偏西風波動を示した。(乙部他 2016)

③理論

チャーニー(1947)とイーディー(1949)は、
温帯低気圧の成因として、傾圧不安定理論を示した。
中緯度の西風は、ある程度強くなると自然に蛇行する。(小倉 2001)

世界で初めて天気図が描かれたのは、 ハインリッヒ・ブランドス(1820)によるとされている

ブランドスの夢(天気図)

* “原始時代”～

様々な天気変化への関心

17世紀

測器による気象観測の始まり

18世紀の終わりころ

国際的な気象観測データが、
学会を中心に集められた

1820年

ブランドスによる天気図

⇒各地点での天気分布・変化等が、
一定の気圧パターンとの
関連で認識できる

参考: 斉藤(1982)

著作権に配慮し、
非表示

ブランドス(1820)による天気図。
等値線は、等圧線(基準値からのずれ)。
矢印は風向。1783年3月6日について。

* “古典”（哲学）で重要なのは、中身だけではない： コンテンツ vs. プロセス、モード

“古典”、“哲学”を学ぶ意味

①コンテンツ（中身、内容）

その中身が今でも大事・有用。Classic とはClass 1（一級品）

* ひょっとすると、その一部は、今では当然・時代遅れかも.....

②プロセス（過程） a series of things that happen naturally and result in gradual change

コンテンツに至った、気づきと思考の過程

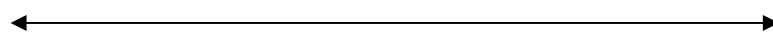
③モード（様式） a particular way or style of behaving, living, thinking, etc.

その人自身の、自然・世界・社会への向き合い方・姿勢

その状況で、どうやって・どうしてその考えに至ったのか？
仮に自分でも同じことができたのか？

大気の様々な観測

理想的な観測網



実際にはそうではない

≡大気状態を表す様々な量(気温、風、湿度、など)について、
地球上(上空も)を隙間なく、高い分解能でカバー
時間的にも隙間なく、高い分解能でカバー
データの有無(密度)・精度などが一様

気象庁は、様々な気象観測を継続的に実施している
それらは、異なる時空間分解能・観測高度を持つ

著作権に配慮し、
非表示

homogeneous
⇔ heterogeneous

世の中のいくつかの動画などが参考になります：

■nhk for school, search for 気象 and 観測

<https://www.nhk.or.jp/school/>

■Youtube

気象観測全般 by 気象研究所

高層気象観測

<https://www.youtube.com/watch?v=zTggPSUJtds>

静止気象衛星「ひまわり8号」打ち上げクイックレビュー

【気象衛星】「ひまわり8号」の実力 進化し続ける気象衛星 | ガリレオX 第108回

地上気象観測は、全国約60ヶ所の気象台・測候所と、 約90ヶ所の特別観測所で、諸量を観測する

地上気象観測

著作権に配慮し、非表示

自動観測：気圧、気温・湿度、風向、風速、降水量、積雪・降雪の深さ、日照時間、日射量

目視観測：雲、視程、大気現象等（管区・沖縄気象台及び一部の地方気象台では、これらは目視）

参考：<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/chijyou/surf.html>

アメダスは、“地域気象観測システム”のことで、 降水量(全国1300地点)などを自動的観測している

アメダス

日本の領土の総面積は、約38万km²

著作権に配慮し、非表示

参考 : <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/amedas/kaisetsu.html>

アメダスデータの作図例@気象庁HP

著作権に配慮し、非表示

高層気象観測は、気球（ラジオゾンデ）より、上空（ $\leq 30\text{km}$ ）の気温、湿度、風向、風速等を観測する

高層気象（気球）観測

合同10/所レ 昭和基地

著作権に配慮し、非表示

参考：<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/upper/kaisetsu.html>

気象衛星“ひまわり”(9号機@2025年04月)は、 継続して、雲など様々な気象観測をしている

静止気象衛星“ひまわり”

ひまわり8号の初画像(バンド1)

東経約140度、赤道上空約3.6万km

平成26年12月18日午前11時40分JST

著作権に配慮し、非表示

参考 : <http://www.jma-net.go.jp/sat/satellite/satellite.html>

http://www.jma-net.go.jp/sat/data/web89/himawari8_first_image.html

“ひまわり”1号機は1977年7月打ち上げ、
以降、頻度・解像度・チャンネル(バンド)数・...を改善

著作権に配慮し、非表示

可視

赤外

著作権に配慮し、非表示

参考 : <http://www.spitzer.caltech.edu/images/>

“ひまわり”の画像には、 代表的な3種類があります

著作権に配慮し、非表示

2017/06/20/11JSTの例

赤外

可視

水蒸気

著作権に配慮し、非表示

- ・雲・地表などからの赤外線
- ・白い部分
 - 赤外線が弱い
 - 温度が低い
 - 高い雲: 積乱雲、巻雲

- ・太陽光の反射
 - 夜間は画像がない
 - 解像度が高い
- ・白い部分
 - 反射が強い

- ・対流圏上・中層の水蒸気之多寡
- ・白い部分
 - 水蒸気が多い

* 赤外放射(6.2 μ m帯)
を観測した画像

参考: https://www.data.jma.go.jp/sat_info/himawari/satobs.html

気象レーダーは、回転するアンテナから電波（マイクロ波）を発射し、半径数百kmの雨や雪を観測する

レーダー観測

著作権に配慮し、非表示

参考：<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/radar/kaisetsu.html>

この日、北～西日本で線状のエコー（反射された電波の強度）が観測された； 寒冷前線に対応

レーダー観測の例：平成26年9月5日09時

著作権に配慮し、非表示

寒冷前線付近では、対流雲が発達しやすく、
落雷や竜巻などの突風、
急な大雨に注意が必要になる。

参考：<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/radar/kaisetsu.html>

WPは、地上から上空に電波を発射し、
風の乱れなどによって散乱され戻ってくる電波を受信・処理することで、
上空の風向・風速を測定する

ウィンドプロファイラー(WP)

著作権に配慮し、非表示

参考 : <https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/windpro/kaisetsu.html>

WPデータから、前線の通過や前線の立体構造を 把握できる

05/12/12JST

ウィンドプロファイラー(WP)

著作権に配慮し、非表示

参考 : <https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/windpro/kaisetsu.html>@2023/04/11

GPS観測における計測距離の誤差から、 大気中の水蒸気量を解析できる

GPS観測による水蒸気量解析

測位誤差＝衛星によるみかけの位置
－ 基準点の既知の位置
＝湿潤大気遅延誤差 *
＋ その他の誤差

その他の誤差は求めやすいので、
差し引き、*を求められる

<https://www.nippo1.co.jp/earth/44.html>

著作権に配慮し、非表示

参考：<https://www.mri-jma.go.jp/Research/explanation/gps.html>

GPS水蒸気量解析から、湿った空気の塊が日本列島を西から東へゆっくり移動したことが分かる

国土地理院の GPS観測網から得られた
可降水量分布(平均からの偏差)

東

著作権に配慮し、非表示

GPS水蒸気は、しばしば、予報の改善に資する

GPS観測による水蒸気量解析

著作権に配慮し、非表示

参考 : <https://www.mri-jma.go.jp/Research/explanation/gps.html>

一部の観測データは、規則的な格子点上のデータ (GPVデータ)として整備されている

メソ数值予報モデルGPV(MSM)
の地表データでの格子

MSM初期値(解析値)の例
2023/04/15/21Z

著作権に配慮し、
非表示

<http://www.jmbasc.or.jp/jp/online/file/f-online10200.html>

現実大気の数値データとして、

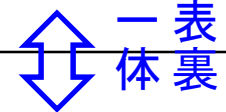
- ①観測データを格子点化する
例: 対象格子点網に内挿(統計処理)
- ②観測データを、モデルと“融合”する
⇒データ同化

WNI Labs Channel

自然科学では、観察・観測、実験、理論の3つが、 基本的な手法である

まとめ

	自然科学共通	気象では
観察・観測	対象をよく見て、 特徴に気づく	伝統的・現代的な様々な観測 方法・プロダクト？ 各々の特性・使途？
実験	比較により、 仮説を検証する	実験室で流体実験 コンピュータ上で数値実験
理論	統一的な考えで、 対象を説明する	気象の支配方程式による計算 再現・予報(検証)



一表裏