

実技試験：西ヨーロッパにおける汚染の時代

この10年間に、大気の質に関連した公衆衛生上の問題（慢性疾患やアレルギー症状）が増えてきている。粒子状物質($\leq 2.5 \mu\text{m}$, $\text{PM}_{2.5}$)は、世界保健機構(WHO)によって明確に特定されたその顕著な要因である。我々は人間の活動（運輸、化石燃料の燃焼など）の結果生み出された微粒子を計測することに興味がある。

THE CALITOO ?

What is it ?
How does it work ?
What does it measure ?

Caillitooは大気中に浮遊する粒子のサイズをリアルタイムで測定する光度計です。

The Caillitoo is a PHOTOMETER that determines the size of PARTICLES suspended in the atmosphere in real time.

Caillitooは大気中に浮遊する粒子のサイズをリアルタイムで測定する光度計です。大気の光学的厚さ(AOT)を計算し、係数 α を計算します。この係数の値は、浮遊する粒子のサイズに反比例します。

It calculates Atmospheric Optical Thickness (AOT), and derives a COEFFICIENT α . The value of this coefficient is **INVERSELY PROPORTIONAL TO THE SIZE OF THE SUSPENDED PARTICLES.**

AOTの測定：可視光スペクトルにおける選択された波長に対する大気透過率の測定：465nmは青色、540nmは緑色、そして650nmは赤色に相当する。
係数の決定：AOT値と測定場所からのデータ（GPS座標、時間、大気圧）から得られる。測定の正確さ：相関係数 R^2 の計算。この値は、相関係数 R^2 が0.9~1のとき信頼できる。



AOT	
Red	2322
Blue	1906
Green	2401



Determination of AOT: measurement of atmospheric transparency for selected wavelengths in the visible spectrum: 465 nm corresponds to blue, 540 nm to green, and 650 nm to red.

Determination of the coefficient: derived from AOT values and data from the site of measurement (GPS coordinates, time, atmospheric pressure).

Accuracy of the measurement: calculation of an R^2 index. The value is reliable for an R^2 index between 0.9 and 1.

PART I : 大気の光学的厚さ(AOT)の直接的な測定.

手順:

晴れている場合

- 装置とその取扱い方（簡易ガイドによる）に慣れなさい。
- 相関係数 R^2 が0.9を超える有効な測定を3回行いなさい。
- 結果を解答用紙に記録しなさい、そして平均値を計算しなさい。

曇っている場合

あなたは測定ができないでしょう。必要な α -値は与えられます。

TECHNICAL
EVALUATION 1
BY JURY

光度計で記録された二つの値は以下のとおりです:

- 2010年のEyjafjallajökull火山の噴火: フランス全土で0.4に近い値
- この冬のAntibes (都市の名前) 高速道路近く: 1.6に近い値

問1: あなたの光度計の測定値の平均が示しているのは、本日のSophia Antipolis上空の微粒子は・・・ (正答は一つ)

- 1- 自動車の排気ガスで放出される粒子よりも大きい。
- 2- 自動車の排気ガスで放出される粒子よりも小さい。
- 3- 火山灰よりも大きい。
- 4- 得られた測定からは大気微粒子のサイズを評価できるようなものではなかった。

PART II : 粒径が既知の粒子から得られた値との比較

手順 :

- 試験管内の混合物の係数測定の実理に習熟しなさい。(大気のアOT測定の実ガイドを参考にする事。)
- それぞれの試料の係数を3回測定しなさい: ミルクと水の混合物 (試験管1)、粘土と水の混合物 (試験管2)
- 結果を解答用紙に記録し、それぞれのサンプルの平均を計算しなさい。



問2: あなたが得たデータをもとにすると、Sophia Antipolisの上空の微粒子は・・・ (正答は一つ)

- 1- ミルク中の微粒子よりも小さい
- 2- 粘土粒子よりも大きい。
- 3- 粘土とミルクの間のサイズである。
- 4- 今日得たデータからはサイズは決められない。

PART III : 2016年春に見られた際立った状況

4月のある日の朝、目に見える微粒子が大気に充満していた。自動車のフロントガラスは降り積もった黄色い微粒子で覆われた。あなたの任務はこの粒子の正体を突き止めることである。

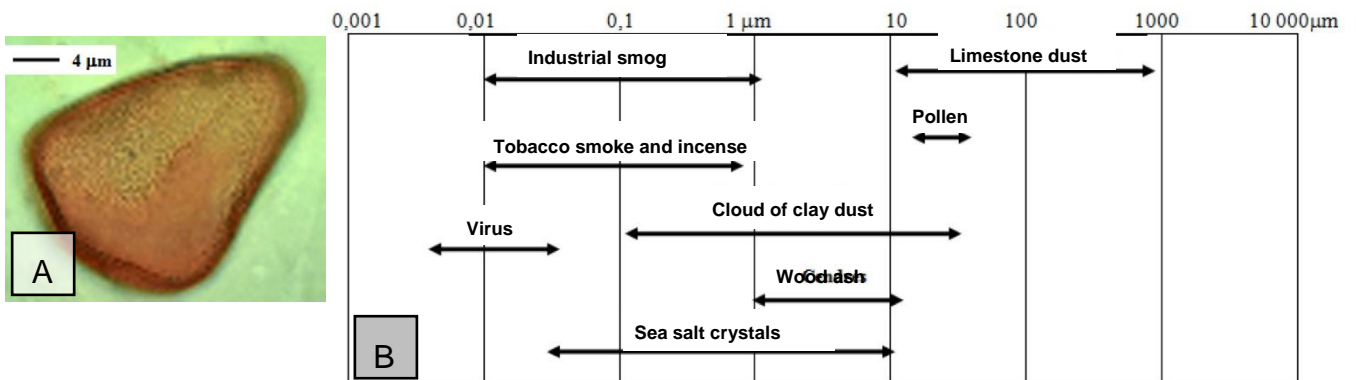


図1: (A)自動車のフロントガラスから採取した粒子の光学顕微鏡写真 (B)異なる種類の微粒子の粒径の範囲。4月のこの日、 α -値は(カルシウム塩に富む)木灰の浮遊物から得られる値よりも小さかった。

粒子試料	試薬、使用量、起こりうる反応			
	HCl (1滴)	H ₂ O ₂ (1滴)	AgNO ₃ (1滴)	アンモニウムシュウ酸塩 (1滴)
石灰岩	発泡	No reaction	No reaction	白色沈殿
生体の微小片	No reaction	発泡	No reaction	No reaction
粘土	No reaction	No reaction	No reaction	No reaction
塩化ナトリウム	No reaction	No reaction	白色沈殿	No reaction
石灰石以外のカルシウム塩	No reaction	No reaction	No reaction	白色沈殿

表1: 粒子の正体を突き止めるために使われる化学試薬



手順:

- あなたの作業スペースで利用可能な機器の扱いに習熟しなさい。
- 作業を始める前に安全メガネをかけなさい。
- 未同定の粒子の正体を明らかにするために、二つの試験だけを行いなさい。

問3 : 図1と表1を使い, 黄色ダストの化学的性質を明らかにするために必要な2種の試薬を答えなさい。

- 1- HCl
- 2- H₂O₂
- 3- AgNO₃
- 4- Ammonium oxalate (アンモニウムシュウ酸塩)

問4: 得られた結果から, この微粒子の正体を答えなさい。(解答は一つのみ)

- 1- 工業的スモッグ (煙霧)
- 2- タバコの煙・におい
- 3- 粘土粒子
- 4- 塩結晶
- 5- ウィルス
- 6- 火災による灰
- 7- 花粉
- 8- 近隣の採石場を起源とする石灰岩ダスト

PART IV : 2017年冬の西ヨーロッパでの汚染があった期間.

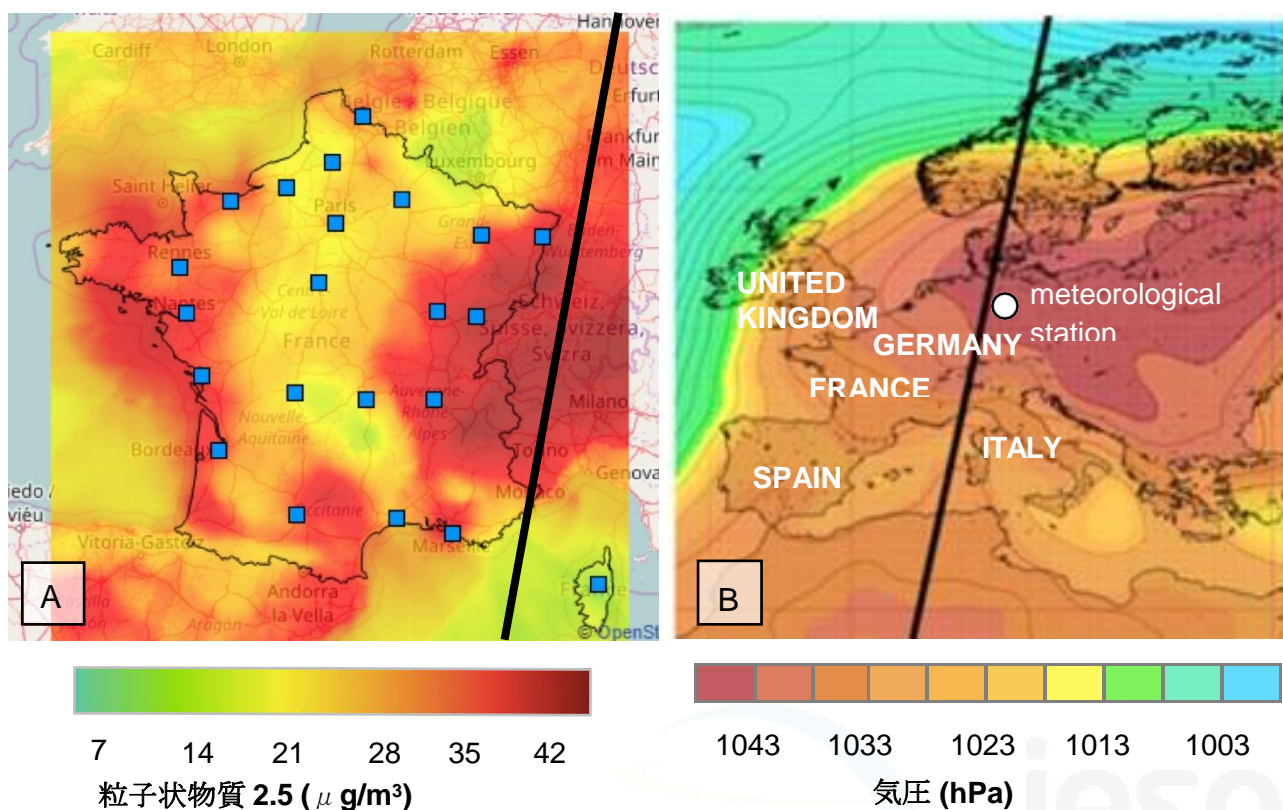


図2 : (A) 2017年1月25日の大気中の微粒子(直径<2.5 μm) 濃度。図は測定結果とモデル(PREV'AIR network)を適用して作成された。(B) 2017年1月25日の西ヨーロッパの等圧線図。黒線は図3の衛星の航行経路を表す。

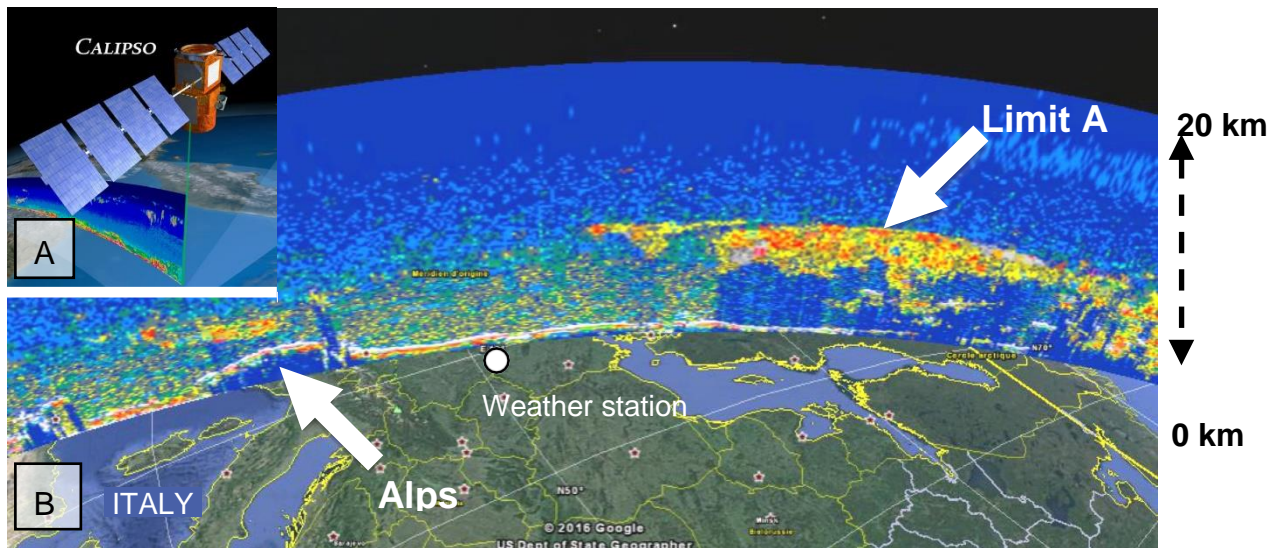


図3: (A) 画像化LIDAR (レーザー光による測光と測距)を適用した方法の簡易説明図。対象地域上空を通過する間ずっと、CALIPSO衛星はレーザー光を照射し、分散の状況を調査・分析し、大気粒子の組成が決定された。結果としてこの画像は大気の断面である。(B) この画像は、2017年1月25日に衛星が西ヨーロッパ上空を通過した際によって得られたもの。黄色と赤色はPM_{2.5}粒子の存在を示す。地表近くの灰色で示されたものは雲である。

高度 (m)	376	748	998	1,249	1,408	4,013	6,001	10,007	12,008	14,004
気温 (°C)	-4.7	-8.3	-10.1	2.1	3.3	-11.0	-25.3	-58.2	-69.2	-65.2

表2: 大気鉛直方向の気温測定結果。気象観測気球は図3 Bに示したドイツの測候所 (白い点) から放球された。

問5: 解答用紙に気温の高度分布グラフを描きなさい。

問6: 図3 B中に示されたLimit Aの名称を答えよ。(正答は一つ)

- 1- 成層圏界面
- 2- 対流圏界面
- 3- 中間圏界面
- 4- 外気圏の下限

問7: 問5に関して、ドイツの測候所上空に見られる微粒子の層はどの高度か。(正答は一つ)

- 1- 約 500 m
- 2- 約 1,000 m
- 3- 約 2,000 m
- 4- 約 12,000 m

問8: 低高度で微粒子の浮遊物を採集するために必須の状況はどれか。(複数解答可)

- 1- 低気圧の区域
- 2- 高気圧の区域
- 3- 自然もしくは人類活動による微粒子の放出
- 4- 気温逆転によってふさがれた地表の寒気の層
- 5- 気温逆転によってふさがれた地表の暖気の層