



ドローンを用いた大阪市中心部における上空の気象観測

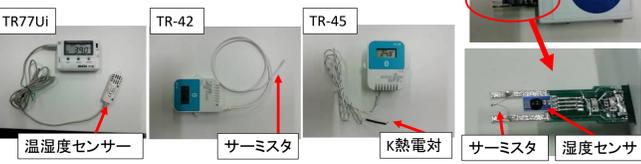
神田 勲、坂田 啓朗（日本気象株式会社）

大阪市中心部で、ドローンによる上空の気象観測を行い、都市低層大気の変化を捉えた。また、観測結果をMSMやWRFによる計算結果との比較を行い、風速についてはドップラーライダーや風況モデル(OpenFOAM)との比較検証を行った。

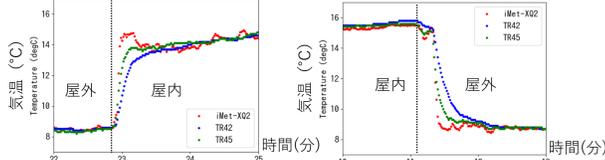
背景 近年、気温の上昇とともに極端な気象現象の頻度が増加している。そのため、特に人口の集中する都市部では、高精度な天気予報に対するニーズが高まっている。予報精度向上のためには、これまで観測データの少なかった低層大気の高精細観測が必要と考えられる。そこで、将来的な運用を見据えて、飛行技術が飛躍的に進歩しているドローンを使用して上空の気象観測を行った。

センサー応答性能試験

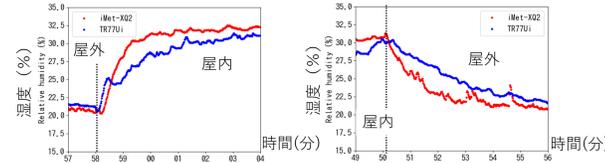
ドローン観測ではセンサーの素早い応答性能が求められる。搭載センサーを選定するため、各種センサーの応答性能試験を実施した。



オフィスビルの屋内外を行き来することにより、気象センサー（気温、湿度）を急激な湿度変化に晒した。



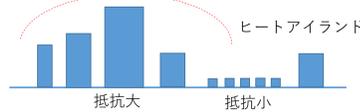
温度センサーの応答性能試験結果。左：昇温時、右：降温時



湿度センサーの応答性能試験結果。左：昇温時、右：降温時

項目	応答速度
気温	iMet-XQ2 > TR-45 > TR-42
湿度	iMet-XQ2 > TR77Ui いずれもカタログ値より大幅に遅い。結露に注意。
気圧	iMet-XQ2 ~ TR-73U

気象条件の急激な変動を捉えるには、iMet XQ2 が適していることがわかった。



都市気象の高精度予測

気象観測データが必要
地上付近は近傍の物体の影響を受ける → 地上で多くの測定をしても無駄
地表より少し上空のデータが有効 → ドローン活用

観測手法・ドローンの飛行概要・観測日時

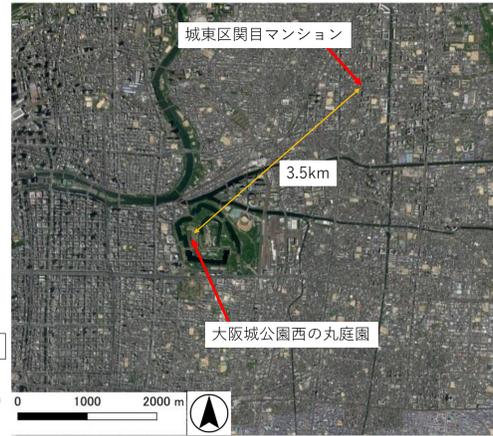
2019年2月25日に実施。飛行場所は大阪市中心部の大阪城公園西の丸庭園。ドローンはDJI社のPhantom 4を使用し、気象センサーとしてInterMet社 iMet-XQ2を搭載した。



プロペラガードを装着したPhantom4



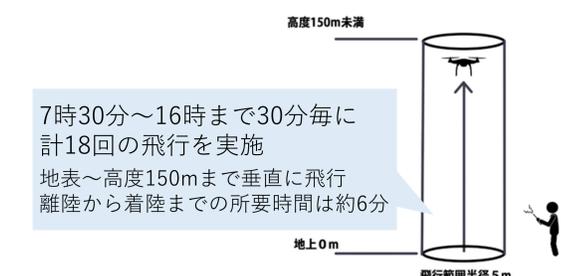
搭載センサー：気温（NTCサーミスタ）、湿度（静電容量センサ）、気圧（圧電式センサ）
風向風速は、Phantom4の機体制御情報から算出され、飛行ログに記録されたものを利用
センサーにはアルミ製の遮光シールドを付



強制通風筒に格納した温度計



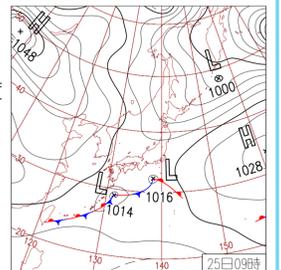
比較対象として近郊の城東区関目マンションに設置した温度計（強制通風式）北側階段のため日陰となる



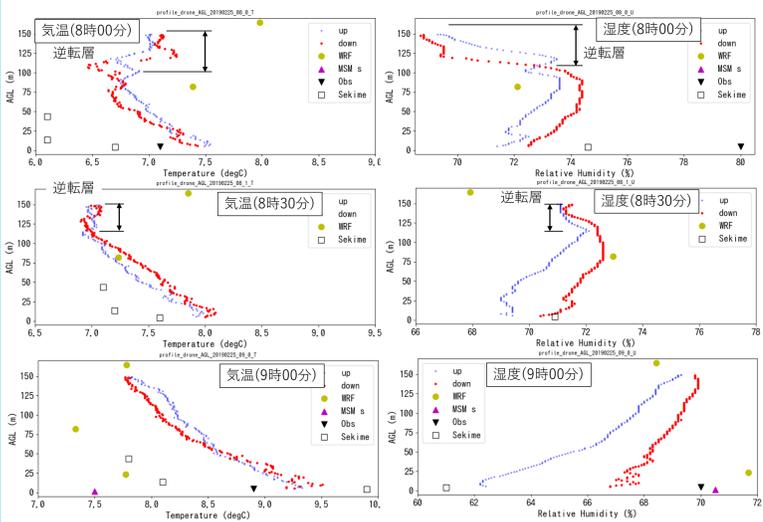
観測結果(WRF等との比較)

気象条件（大阪管区気象台）

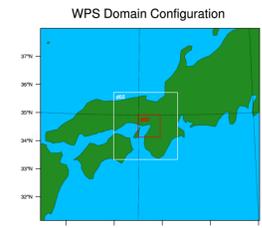
天気概況 晴のち薄曇
気温 最低5.5度、最高16.2度
平均10.6度
湿度 平均60%、最小37%
平均1.6 m/s、最大風速 4.0 m/s (西南西)



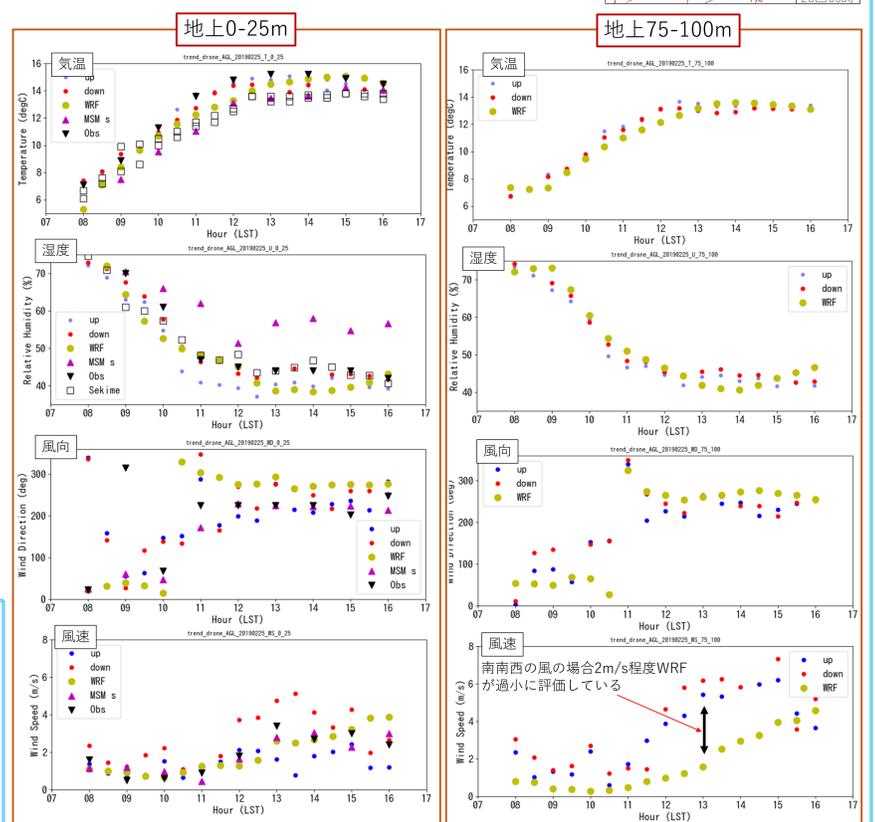
ドローンの観測結果と比較するため、WRFによる再現計算を行った。



WRFによる再現計算
d01-d02-d03: 12-4-1.33 kmメッシュ
境界条件・ナッジング条件:
JMA-MSM, NCEP-FNLSSOIL,
NCEP-SST



up: 上昇時の観測値 down: 下降時の観測値 Obs: 大阪気象台の観測値 Sekime: 近郊の城東区関目のマンションの北側階段における観測値

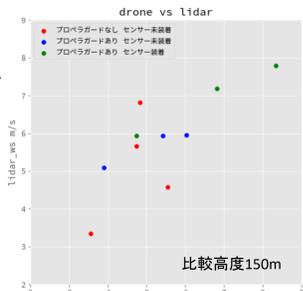


風速のみWRFによる計算結果が過小に評価されている。

検証(ドップラーライダーとの比較)

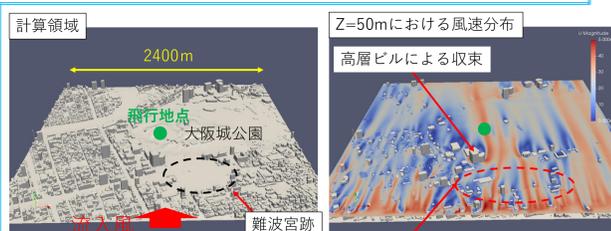
ドローンで観測した風速の値を検証するため、鉛直ドップラーライダー(Stream line Pro)との比較観測を、2019年6月12日に大阪府郊外の能勢町で実施した。

- Stream line Pro 測定ジオメトリ
- ・スキャンタイプ: VAD 仰角: 72度
- ・ゲート長: 30m 空間解像度: 3m 平均化時間: 25秒
- ・パルス数: 15000
- ・測定高度: 60~1800m



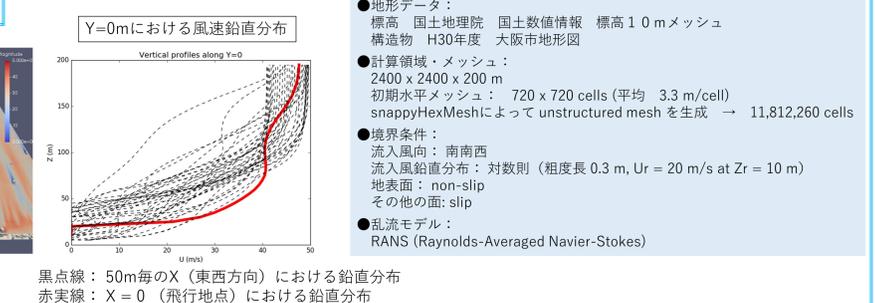
ドップラーライダーとドローンで観測した風速は、センサー搭載の有無や風速の変化によらず、良好な相関関係にあった。

観測中のPhantom4で撮影した写真



風況解析の結果、飛行地点上空は地形や高層ビルの影響により周辺より風が収束・増速していた可能性が高いことがわかった。

検証(OpenFOAMによる風況解析との比較)



黒点線: 50m毎のX(東西方向)における鉛直分布
赤実線: X=0(飛行地点)における鉛直分布