

風車稼働日報・月報自動作成プログラムの開発

新谷, 一郎
九州大学応用力学研究所

<https://doi.org/10.15017/2329126>

出版情報 : 九州大学応用力学研究所技術室 技術室報告. 1, pp.47-55, 2019-07. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University

バージョン :

権利関係 :

風車稼働日報・月報自動作成プログラムの開発

新谷 一郎

要 旨

応用力学研究所風工学分野では、各地に設置された風車の野外試験が長期間にわたって実施されている。そして、日々の風況や発電性能に関する計測データをもとに、試験の日報および月報を作成している。今回、この日報・月報を作成する作業を単純化するため、Python を用いて、日付を入力するだけで風車の稼働日報および月報が自動で作成できるプログラムを開発した。本稿では、当該プログラムの概要について説明する。

キーワード

風車 Python 自動作成 日報・月報

1. はじめに

風工学分野では、風力エネルギー促進のため、風車の研究・開発を進めている。その一環として、各地に風車を設置し、風況や発電量を日々計測する実証実験が行われている。各地で計測されたデータは、学内に設置しているサーバに自動で日々送られてくる^[1]。技術職員とテクニカルスタッフは、送られてきたデータをもとに風車稼働日報および月報を作成し、関係者に展開している。

前年度までは、筆者が伊都地区にある風車を担当し、残りを他のスタッフが担当していた。しかし、スタッフの退職および筆者の業務内容変更により、風車稼働日報・月報作成業務は、同分野の新しいスタッフ 2 名が担当することになった。

そこで、伊都地区に設置されている定格出力 3kW（1 時間で最大 3kW の出力が可能である）風車 1~5 号機の稼働日報および月報を、未経験者でも容易に作業できるように自動作成プログラムを開発した。

2. 作業時に使用するデータ・雛形

2-1. 送付される計測データ

図 1 に、毎日学内のサーバに自動で送られてくる計測データファイルの内容を一部抜粋して示す。データファイルは CSV 形式であり、風車ごとに 1 日につき 1 つのファイルが作成される。ファイルには、1 秒ごとに計測された風速や発電出力など計 34 項目の値が書き込まれている。1 秒

	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	Time	GenRPM[r	GenVol[V]	GenCur[0.	GenWat[W	WindSpee	WindDirec	GenTemp	IGB
2	0:00:00	0	0	1	0	0	309	18	
3	0:00:01	0	0	2	0	0	309	18	
4	0:00:02	0	0	1	0	0	309	18	
5	0:00:03	0	0	1	0	0	309	18	
6	0:00:04	0	0	1	0	0	309	18	
7	0:00:05	0	0	0	0	0	309	18	

図 1 計測データファイル（一部抜粋）

ごとに計測するため、1日分のデータは86,400(24h×60m×60s)個作成される。しかし、所々欠測が発生しているため、86,400個の計測データがあるのは稀である。計測データファイルには、欠測が発生した時刻の秒データは書き込まれず、データが存在する時刻の秒データのみが書き込まれている。

日報および月報を作成する際に使用する項目は、計測された時刻(図1のA列)、風車の回転数(図1のB列)、発電機の出力電圧(図1のC列)、発電機の出力(図1のE列)、風速(図1のF列)、風向(図1のG列)、発電機の温度(図1のH列)である。

なお、風速計は1号機にのみに取り付けられているため、風速のデータとしては1号機のデータのみを用いる。風向計は5号機にのみに取り付けられているため、風向のデータとしては5号機のデータのみを用いる。

2-2. 風車稼働日報の雛形

日報の雛形ファイルは、Excel形式であり、計

7枚のシートで構成されている。そのうち、実際に作業するシートは3枚である。1枚目は、各風車の秒データ(1号機の風速秒データ、5号機の風向秒データ、各風車の回転数、発電機の温度、出力電圧、出力)を貼付するシートである。また当該シートには、予め時刻(00:00:00~23:59:59)だけでなく、平均値および最大値を出力するための数式が記述されている。図2に、一部抜粋した日報雛形の秒データ専用シートを示す。

2枚目は、1秒ごとに計測されたデータを1分ごとに平均した値を貼り付けるシートであり(図3)、3枚目は、10分ごとに平均した値を貼り付けるシートである。2枚目と3枚目のシートで平均を取る項目は、1号機の風速秒データと各風車の出力秒データである。以上3枚のシートに数値を貼付すると、別シートにあるグラフ(図4)に反映される。

なお、関係者に日報を展開する際は、作成されたグラフをさらに別のシートに画像として貼り付け、当該シートのみをPDFファイルに変換して配布している。

図2 日報雛形の秒データ専用シート(一部抜粋)

図3 日報雛形の1分平均専用シート(一部抜粋)

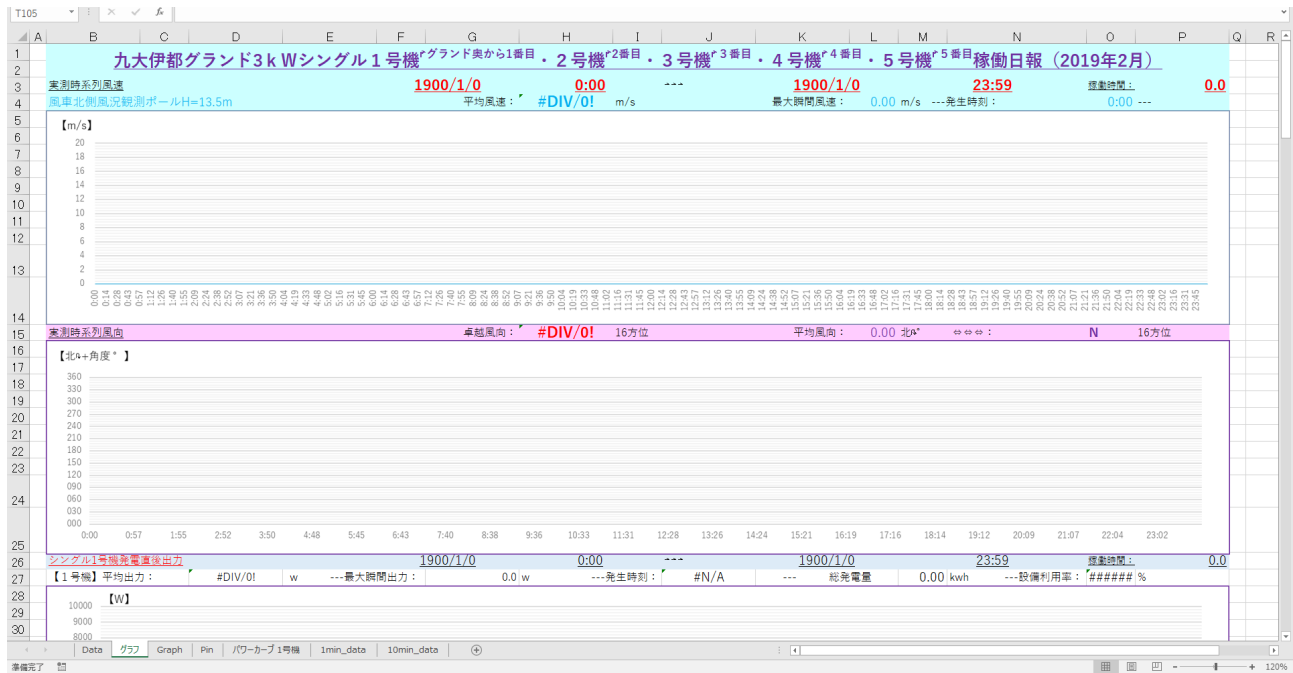


図 4 日報雛形のグラフ専用シート（一部抜粋）

2-3. 風車稼働月報の雛形

図 5 に、月報の雛形ファイルの一部抜粋したものを示す。月報の雛形ファイルも、日報の雛形と同様で Excel 形式である。月報雛形には、日付、日平均風速、日卓越風向（1 日で最も発生頻度が高い風向）、各風車の日平均出力、日総発電量、設備利用率（実際の総発電量÷風車がフル稼働していた場合の総発電量）、風車稼働時間を入力する表がある。日平均風速および日平均出力は、その日に計測された風速および出力秒データの平均を取った値であり、その値を表に書き込む。日総発電量と設備利用率、風車稼働時間を算出する式は以下に示す。

$$\text{日総発電量 } Q \text{ [kWh]} = \sum_{i=1}^n W_i / 3600000$$

$$\text{設備利用率 } [\%] = (100 \times Q) / (A \times H)$$

$$\text{風車稼働時間 } H \text{ [h]} = 24 \times n / 86,400$$

- W_i : 1 秒ごとに計測された出力 ($i=1,2,3,\dots,n$)
- n : 1 日で計測した回数 (ファイルのデータ数)
- A : 風車の定格出力 ($A=3\text{[kW]}$)

また、図 5 には記載されていないが、5 号機の風向データから算出した、16 方位の風向発生回数を入力する表が存在する。16 方位の中で最も発生回数が多い風向を日卓越風向として、図 5 の表に書き込む。表に数値が入力されると、表の下に描写されたグラフ (図 6) に反映される。

関係者に月報を展開する際は、作成された表とグラフ部分を PDF ファイルに変換して送付している。

九大伊都グランド3kWシングル1号機 ^{グランド奥から1番目}										
日付	日平均風速 [m/s]	日卓越風向 [16方位]	1号機日平均出力 [W]	2号機日平均出力 [W]	3号機日平均出力 [W]	4号機日平均出力 [W]	5号機日平均出力 [W]	1号機日総発電量 [kWh]	2号機日総発電量 [kWh]	3号機日総発電量 [kWh]

図 5 月報雛形の表（一部抜粋）

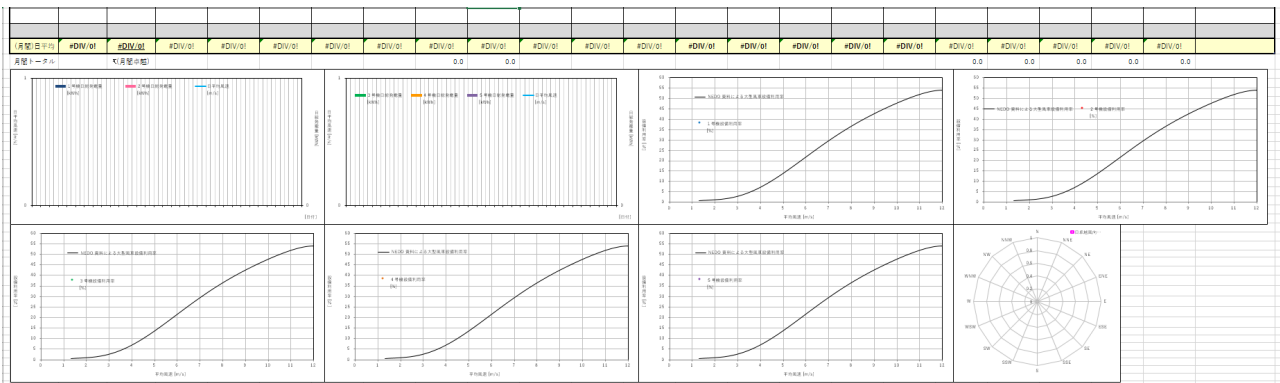


図6 月報雛形のグラフ

3. 自動作成プログラム

風車稼働日報・月報作成の主な作業は、計測データまたは計測データをもとに算出した値を雛形に貼付することである。前年度まで、風車稼働日報・月報の作成に従事していたスタッフは、手作業で値を雛形に貼り付けて報告書を作成していた。

しかし、この方法では時間がかかる、人為ミスが起こり得る、という欠点があった。今後当該業務を行うのは未経験者2名であり、うち1名は、作業で使用するExcelの操作に慣れていない者であった。そのため、手作業で行う操作は極力少なくする必要があった。

そこで、日付を入力するだけで日報および月報の雛形に貼り付けるデータのファイルを生成し、その後データを自動で雛形に貼付するプログラムを作成した。今回使用したプログラムの言語は、Pythonである。

3-1. 日報雛形の秒データ専用シートに貼付するデータファイル生成

2-1節で説明した通り、毎日送られてくる各風車の計測データファイルには、少なからず欠測が存在する。一方2-2節で説明した通り、日報の雛形には、00:00:00～23:59:59までの時刻が漏れなく書き込まれている。もし計測データをそのまま貼り付けた場合、欠測が発生した分だけ、最後の時間帯にデータが何も書き込まれない問題が発生する。これを防ぐには、計測が行われた時刻の行にのみデータを貼付して、データが存在しない時刻のセルには何も書き込まない処理が必要である。

そこで、風車5台分の秒データに上記の処理を

施し出力したファイルを生成するプログラムを作成した。図7に、秒データファイル作成用プログラムのフローチャートを示す。

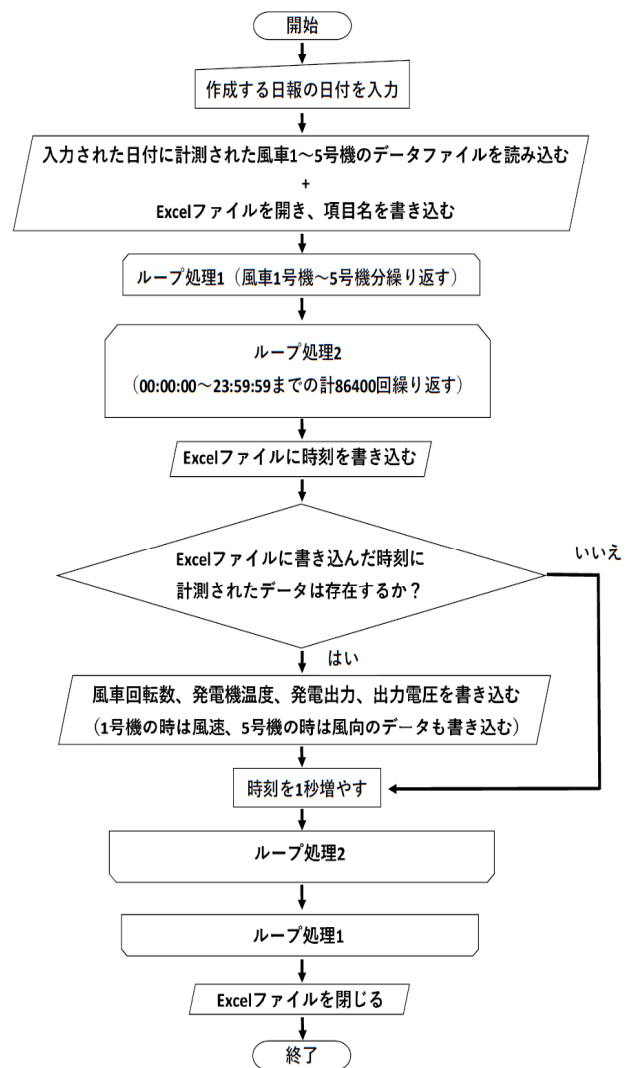


図7 秒データファイル作成用プログラムのフローチャート

3-2. 日報雛形の 1 分平均/10 分平均専用シートに貼付するデータファイル生成

計測されたデータから 1 分ごとおよび 10 分ごとに平均値を算出する操作も、手作業で行うのは非常に骨が折れる作業である。よって、指定した間隔で平均値を計算し、ファイルに出力するプログラムを組んだ。図 3 の 1 分平均専用シートに合わせて、00:00~23:59 まで 1 分間隔で、風速および各風車で計測された出力の平均値を書き込んだファイルを生成するようにコーディングした。10 分平均も同様に、00:00~23:50 まで 10 分間隔で、風速および各風車で計測された出力の平均値をファイルに書き込む仕様にした。

3-3. 月報雛形に貼付するデータファイル生成

月報作成も自動化するため、月報雛形に貼付するデータのファイルを生成するプログラムを作成した。日平均風速、日卓越風向、各風車の日平均出力、日総発電量、設備利用率、風車稼働時間および 16 方位別風向発生回数を日ごとに計算し、月報雛形に合わせて値を書き込むようプログラミングした。

3-4. データ貼り付け作業の自動化

3-1~3-3 節で作成したファイルのデータを、日報および月報雛形の所定の位置に自動で貼り付けるプログラムを作成した。Excel を操作する Python のライブラリは複数あるが、当該プログラムでは、「xlwings」というライブラリを使用した。理由は、他のライブラリを用いても、データの貼り付けは可能であるが、データを貼付した日

報および月報のファイルを開くとグラフが表示されない問題が発生するためである²⁾。

3-5. 風車稼働日報・月報の自動作成

3-1~3-4 節で記述したサブプログラムを用いて、風車 1~5 号機の稼働日報・月報を自動で作成するメインプログラムを組んだ。その後、メインプログラムのショートカットを作成し、デスクトップに配置した。

4. プログラム実行時の様子

プログラム実行時の様子を図 8~16 に示す。

まず、作業担当者はデスクトップにあるメインプログラムのショートカットをダブルクリックする。すると黒いウィンドウ (図 8) が現れ、日付を入力するようメッセージを表示する。図 8 では、「20190527」(2019 年 5 月 27 日) と入力している。

日付入力後、まず月報がすぐに作成される (図 9)。出力された月報のファイルには、5 月 1 日~27 日までの値が表に書き込まれており (図 10)、表の下にあるグラフ (図 11) に反映されている。使用者は値の確認をしたのち、完成した月報のファイルに名前を付けて保存する。

その後、しばらく待機すると、今度は日報が作成される (図 12)。日報の秒データ専用シート (図 13)、1 分平均専用シート (図 14)、10 分平均専用シート (図 15) に値が貼り付けられており、グラフシート (図 16) に反映されている。再度数値確認を行った後、日報のファイルに名前を付けて保存すれば、作業完了である。

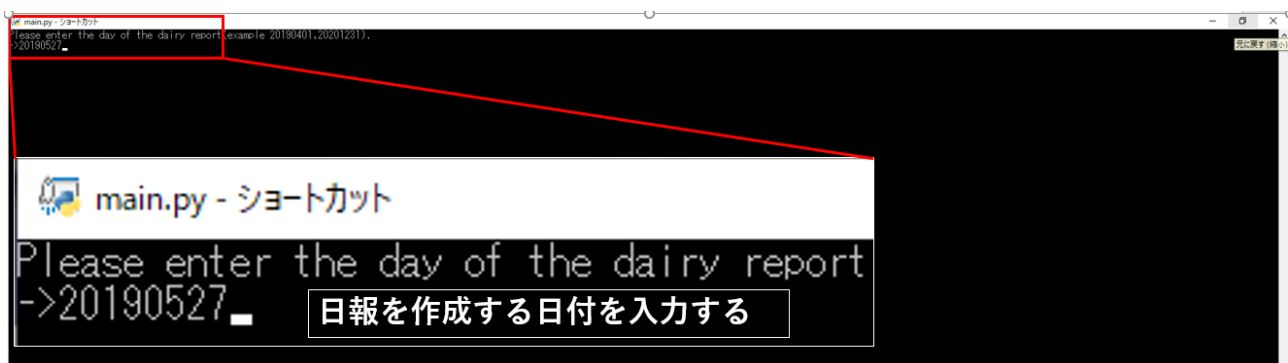


図 8 プログラム始動時のウィンドウ

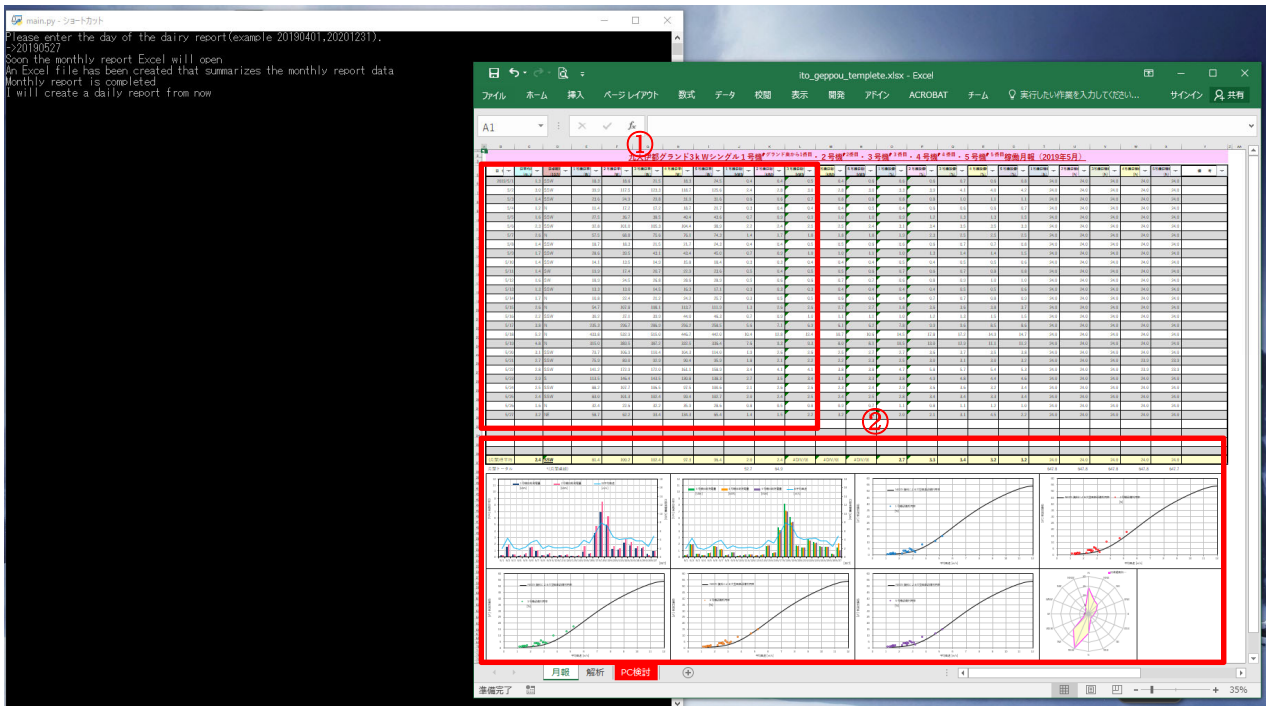


図 9 月報完成時の様子

日付	日平均風速 [m/s]	日卓越風向 [16方位]	1号機日平均出力 [W]	2号機日平均出力 [W]	3号機日平均出力 [W]	4号機日平均出力 [W]	5号機日平均出力 [W]	1号機日総発電量 [kWh]	2号機日総発電量 [kWh]	3号機日総発電量 [kWh]	4号機日総発電量 [kWh]
2019/5/1	1.3	SSW	18.3	18.6	21.5	18.3	24.5	0.4	0.4	0.5	
5/2	3.0	SSW	99.9	117.5	123.3	118.7	125.6	2.4	2.8	3.0	
5/3	1.4	SSW	23.6	24.9	29.8	31.9	31.6	0.6	0.6	0.7	
5/4	1.2	N	11.4	17.2	17.2	18.7	21.7	0.3	0.4	0.4	
5/5	1.6	SSW	27.5	36.7	38.5	40.4	43.6	0.7	0.9	0.9	
5/6	2.3	SSW	92.8	101.0	105.3	104.4	98.9	2.2	2.4	2.5	
5/7	2.6	N	57.5	68.8	75.6	76.1	74.3	1.4	1.7	1.8	
5/8	1.4	SSW	18.7	18.3	21.5	21.7	24.3	0.4	0.4	0.5	
5/9	1.7	SSW	28.6	39.5	43.1	43.4	45.0	0.7	0.9	1.0	
5/10	1.4	SSW	14.1	13.5	14.9	15.8	18.4	0.3	0.3	0.4	
5/11	1.4	SW	19.9	17.4	20.7	22.9	23.6	0.5	0.4	0.5	
5/12	1.6	SW	18.9	24.5	26.8	28.6	28.9	0.5	0.6	0.6	
5/13	1.3	SSW	13.3	13.0	14.5	16.3	17.1	0.3	0.3	0.3	
5/14	1.7	N	10.8	22.4	21.2	24.2	25.7	0.3	0.5	0.5	
5/15	2.6	N	54.7	107.8	108.1	113.7	111.9	1.3	2.6	2.6	
5/16	2.2	SSW	30.2	37.1	39.9	44.0	46.3	0.7	0.9	1.0	
5/17	3.8	N	235.3	296.7	286.9	256.2	258.5	5.6	7.1	6.9	
5/18	5.2	N	433.8	532.9	515.0	446.7	442.0	10.4	12.8	12.4	
5/19	4.8	N	315.0	389.5	387.2	332.5	336.4	7.6	9.3	9.3	
5/20	3.1	SSW	79.7	106.9	110.4	104.3	114.0	1.9	2.6	2.6	
5/21	2.7	SSW	75.9	89.0	92.9	90.4	95.9	1.8	2.1	2.2	
5/22	2.8	SSW	141.2	172.9	172.0	161.1	158.9	3.4	4.1	4.1	
5/23	2.9	S	113.5	146.4	143.5	130.8	138.3	2.7	3.5	3.4	
5/24	2.5	SSW	88.2	107.7	106.5	97.5	100.6	2.1	2.6	2.6	
5/25	2.4	SSW	83.0	101.3	102.4	99.4	102.7	2.0	2.4	2.5	
5/26	1.6	N	32.4	22.6	32.2	35.9	28.6	0.8	0.5	0.8	
5/27	3.2	NE	58.7	62.2	93.4	134.3	65.4	1.4	1.5	2.2	

図 10 完成した月報の表（一部抜粋、図 9 の赤枠①の部分）

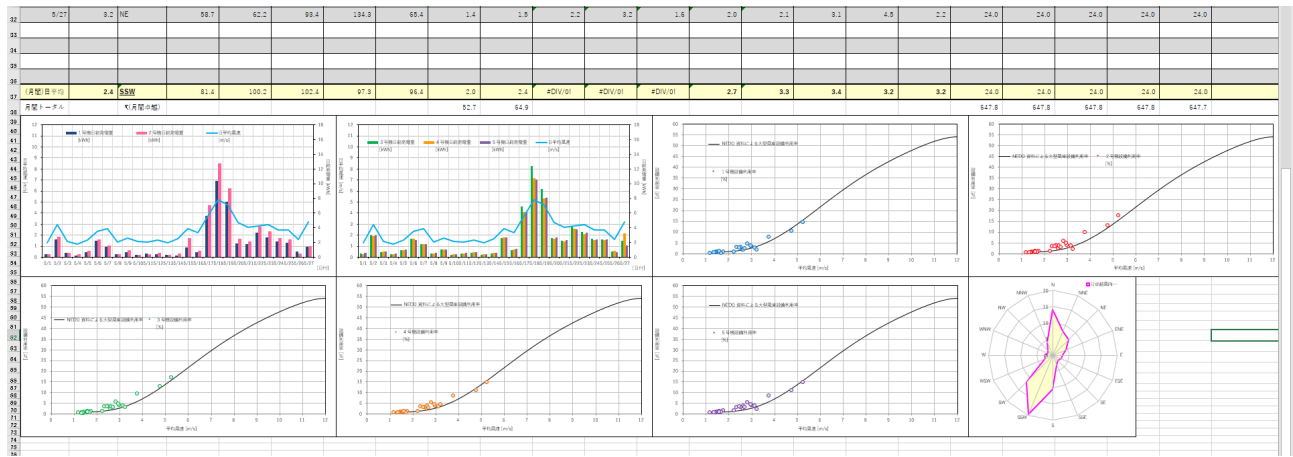


図 11 完成した月報のグラフ（図 9 の赤枠②の部分）

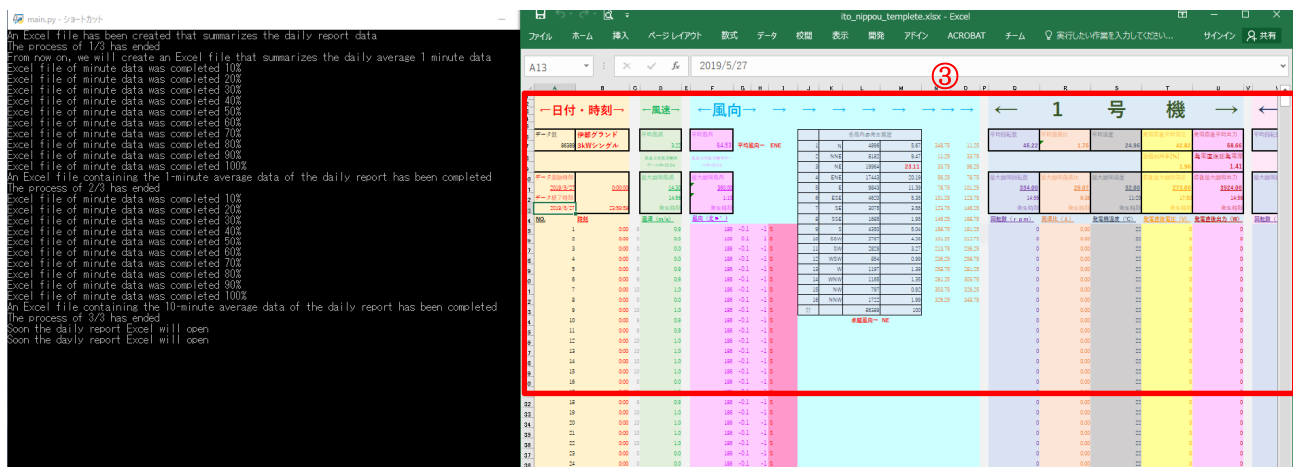


図 12 日報完成時の様子

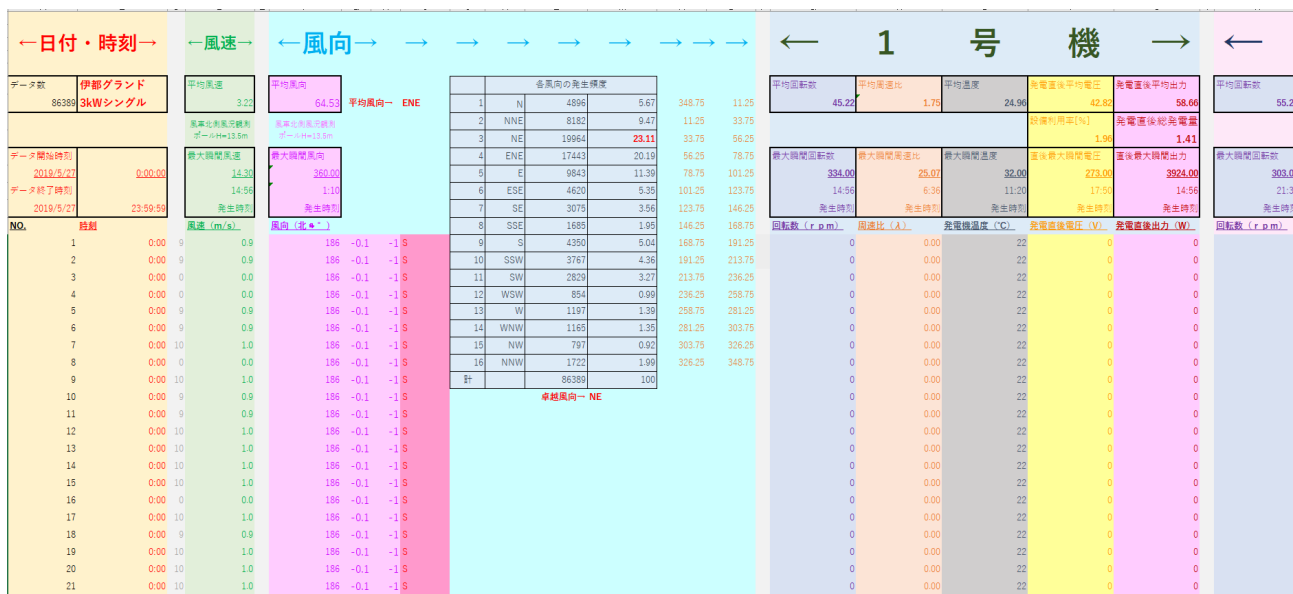


図 13 完成した日報の秒データ専用シート（図 12 の赤枠③の部分）

時間	データ番号	1分平均 (m/s)	1号機直後1分平均 (w)	2号機直後1分平均 (w)	3号機直後1分平均 (w)	4号機直後1分平均 (w)	5号機直後1分平均 (w)
00:00	1	0.73833333	0	0	0	0	0
01:00	2	0.75333333	0	0	0	0	0
02:00	3	1.06333333	0	0	0	0	0
03:00	4	0.60666667	0	0	0	0	0
04:00	5	0.02333333	0	0	0	0	0
05:00	6	0	0	0	0	0	0
06:00	7	0	0	0	0	0	0
07:00	8	0.08166667	0	0	0	0	0
08:00	9	0.44576271	0	0	0	0	0
09:00	10	0	0	0	0	0	0
10:00	11	0.37666667	0	0	0	0	0
11:00	12	0.795	0	0	0	0	0

図 14 完成した日報の1分平均専用シート（一部抜粋）

時間	データ番号	風速	10分平均 (m/s)	1号機直後10分平均 (w)	2号機直後10分平均 (w)	3号機直後10分平均 (w)	4号機直後10分平均 (w)	5号機直後10分平均 (w)
00:00	1		0.37111853	0	0	0	0	0
01:00	2		0.36583333	0	0	0	0	0
02:00	3		0.61502504	0	0	0	0	0
03:00	4		0.61268713	0	0	0	0	0
04:00	5		0.2405	0	0	0	0	0
05:00	6		0.09416667	0	0	0	0	0
10:00	7		0.35216667	0	0	0	0.25166667	0
11:00	8		0.96883333	0	0	0	0.92333333	0
12:00	9		0.01652756	0	0	0	0	0
13:00	10		0.31233333	0	0	0	0	0
14:00	11		1.8195	8.60833333	15	1.325	17.77333333	17.57166667
15:00	12		0.32866667	0	0	0	0	0
20:00	13		1.01566667	0	0	0	0	0

図 15 完成した日報の10分平均専用シート（一部抜粋）

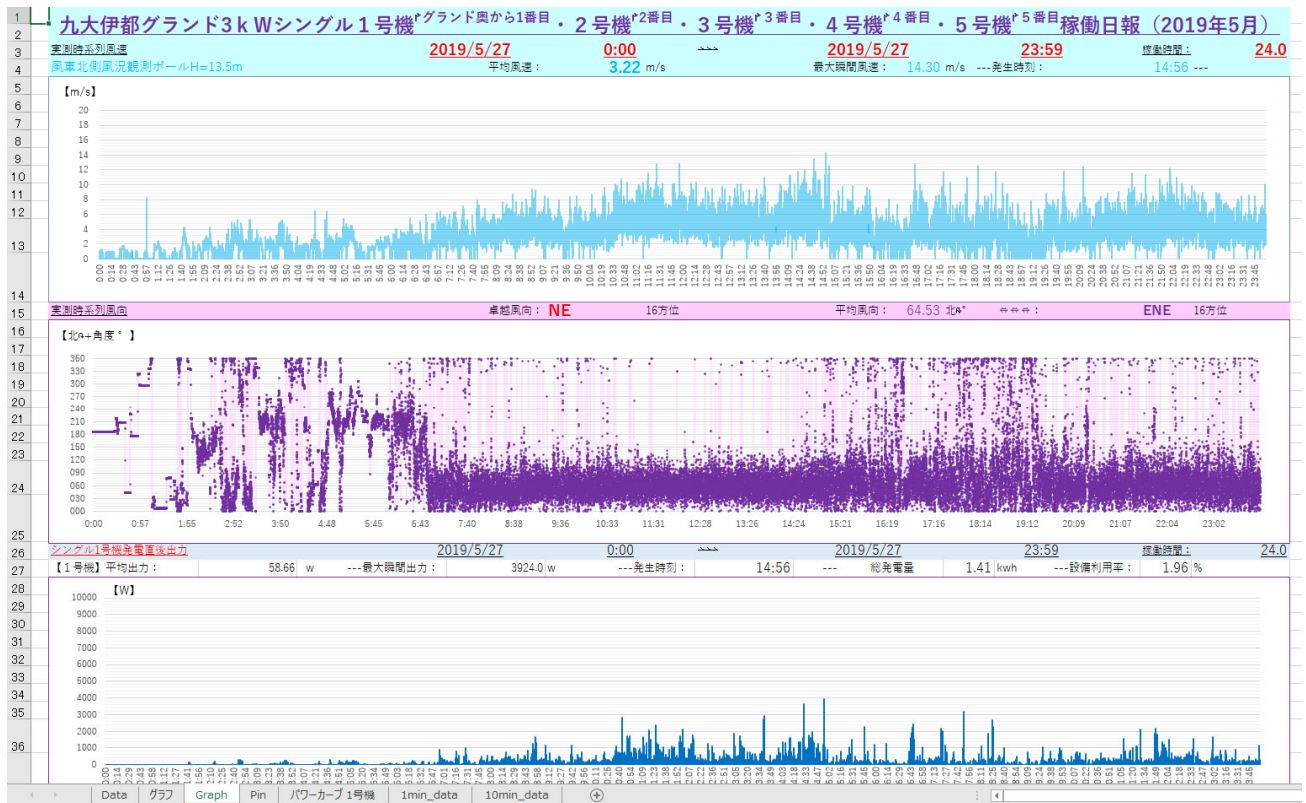


図 16 完成した日報のグラフ専用シート（一部抜粋）

5. 最後に

本稿では、伊都地区にある定格 3kW 風車の稼働日報・月報自動作成プログラムについて紹介した。当該プログラムを利用すれば、日付を入力するだけで簡単に報告書が作成できるようになっており、実際に風工学分野のスタッフが利用している。当スタッフにプログラムについてヒアリングしたところ、「作業手順で分かりにくい点がない」、「プログラムが問題なく動作している」という声を頂いた。

現在まで、本プログラムに関する問題は報告されていないが、もしプログラムに問題が発生した場合は、筆者または Python に精通した者しか対処・改修できない恐れがある。そのため、今後の課題として、他の人員でもプログラムコードを容易に解読でき、かつ修正および変更できるように、コードを改良する必要がある。

参考文献

- [1] 松島啓二：遠隔地での野外試験における情報技術支援について，九州大学応用力学研究所技術室 技術レポート，18，51-55，2017.
- [2] Web サイト「Qiita」
(<https://qiita.com/kkumt93/items/47650cb3c7db58624c04>)

謝辞

本プログラムを開発する機会を与えてくださった九州大学応用力学研究所風工学分野大屋裕二特任教授、計測データに関する説明をしてくださった株式会社リアムウインドの佐藤敏浩氏、プログラム作成の際、助言をいただいた技術職員の石井大輔氏と松島啓二氏に深く感謝いたします。