

〔資 料〕

航空機騒音データ解析処理の一部自動化の試み

石川県保健環境センター 企画情報部 深山 敏明・金戸 恵子

〔和文要旨〕

小松基地周辺の航空機騒音対策の基礎資料とするため、国、石川県、小松市等が共同で航空機騒音の測定を実施している。当センターでは、年間で約27万件、220ファイルに及ぶ測定データの解析処理を行っており、Excelでの手動操作による処理の省力化が課題であった。

今般、この解析処理手順を見直し、手動操作での処理の一部をExcelのマクロ機能やWindowsコマンドを用いて自動化し、PCのキーボードやマウスの操作数の削減や、処理時間短縮等の業務効率化が実現できた。一方、自動化に伴い、解析処理のブラックボックス化や、データへのコメント入力の軽微な相違によって、意図していない自動処理が行われるなど新たな課題が発生したため、マニュアルの作成と、自動処理の改良やコメント入力ルールの明確化などの対応を行った。

キーワード：業務効率化、Excelのマクロ機能による自動処理、Windowsコマンドによる自動処理

1 はじめに

小松基地周辺の航空機騒音対策の基礎資料とするため、国、本県、小松市、加賀市及び能美市（以下「各測定主体」という。）が共同して航空機騒音測定を実施している¹⁾。航空機などの騒音が発生すると、その都度騒音計が自動的に測定を行い、発生時間、騒音の大きさ、ベクトルなど一連の情報を騒音データ（以下「データ」という。）として保存する。各測定主体が測定したデータは、当センターに集約され表計算ソフトExcelを用いて解析処理を行っており、Excelでのコピーやオートフィルタなどの手動操作の省力化が課題であった。

今般、この解析処理の手順を見直し、Excelの手動操作により行っていた処理の一部について、Excelのマクロ機能（以下「Excelマクロ」という。）やWindows OS標準のコマンド機能（以下「Windowsコマンド」という。）を用いて自動化し、解析処理の業務効率化を図ったのでその概要を報告する。

2 方 法

2・1 対象としたデータ

本報告では、2022年4月から2023年3月の間に、小松基地周辺計25地点で測定した全てのデータを対象とした。地点毎、月毎のデータ数は表1のとおりである。年間のデータ数は約27万個で、地点毎、月毎に1つのファイルとして処理を行っており、年間のファイル数は220となる。

なお、使用機器や測定方法等の詳細は、「小松基地周辺の騒音対策」に掲載されている「令和4年度航空機騒音調査」¹⁾のとおりである。

2・2 使用機器、OS及びソフトウェア

騒音計で測定され記録された実音の再生やベクトルの確認及びデータのテキストファイル出力には、リオン株式会社製の航空機騒音管理ソフトウェアAS-51を用いた。出力したテキストファイルの解析処理には、事務用PC（NEC製 Versapro, PC-VKL23EZG3, Intel® Core™ i3-7020U CPU @ 2.30GHz, メモリ16GB, SSD 120GB）,

Experimental Partial Automation for Aircraft Noise Data Analysis Processing. by MIYAMA Toshiaki and KANETO keiko (Information Science Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

Key words :Operational Efficiency Improvement, Automation with Macro Function of Excel, Automation with Windows Command

表1 航空機騒音測定データ数 (2022年度)

測定主体	地点No.	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	3月	合計	平均
国	1	790	696	810	561	440	915	774	510	355	544	652		
	2	1,066	1,038	1,104	1,894	788	1,234	1,246	924	693	813	827		
	3	242	112	155	101	85	211	215	216	124	195	172		
	4	71	73	78	54	51	139	113	110	138	108	76		
	5	190	250	265	237	190	114	217	242	283	249	225		
県	13	1,759	1,689	2,117	1,521	1,533	5,880	1,931	2,024	10,651	4,847	2,059		
	26		615		474		687		440		809			
	27	882		684		859		820		2,243		856		
	29		707		558		415		337		710			
	30	298		549		477		489		2,445		380		
	31	-		2,149		1,003		1,278		6,790		1,116		
	33		429		798		2,180		597		3,180			
小松市	11	2,007	1,815	1,903	2,244	3,158	2,626	1,977	2,026	2,426	1,490	1,720		
	12	733	653	758	663	666	1,217	927	572	1,584	889	827		
	14	673	503	796	505	452	1,088	484	392	1,136	831	424		
	15	730	621	546	639	558	1,019	701	573	647	1,053	630		
	16	1,184	1,347	1,757	1,225	1,157	1,720	1,665	1,381	1,835	2,588	2,172		
	17	1,848	1,395	2,014	1,367	1,362	2,153	1,743	1,368	6,859	2,831	1,720		
	18	1,538	1,488	1,458	1,071	1,039	1,927	1,340	1,194	4,142	2,587	1,346		
	19	1,878	1,659	1,901	1,396	1,380	1,863	1,469	2,009	4,023	2,367	1,798		
	20	2,332	2,147	2,496	1,927	2,113	2,786	2,447	2,022	4,209	3,085	2,147		
	加賀市	21		452		244		1,087		550		-		
22		866		816		817		1,023		507		303		
能美市	23	1,403		1,436		1,682		965		1,902		1,396		
	24		817		567		1,133		889		730			
月計		18,131	16,337	21,380	15,199	18,256	27,781	19,259	16,374	51,399	27,997	18,894	274,982	24,998

- 1) データ数は、航空機騒音データ及び暗騒音データの数である。
- 2) 2月は、騒音計の点検のため測定を実施していない。
- 3) 「-」は、欠測を示す。
- 4) ■ は、自動化の効果の検証に用いたデータである。

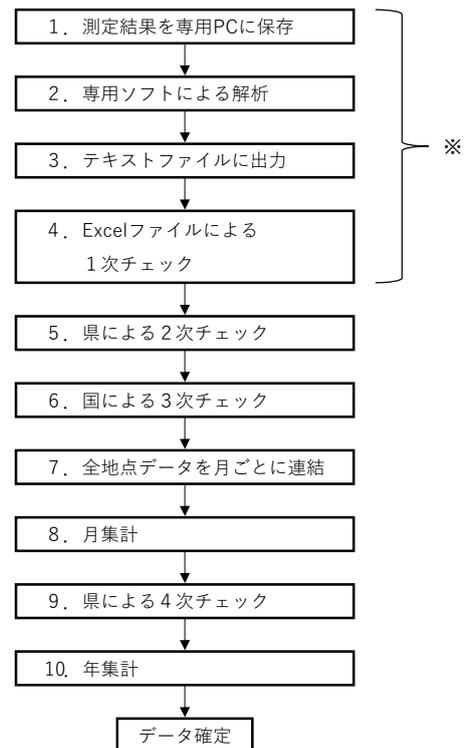
OSはWindows10 Pro (64bit) バージョン22H2, ソフトウェアはMicrosoft Excel 2016を用いた。

2・3 自動化の対象とする工程

図1に解析処理のフローを示す。業務改善を行う際に業務内容を見える化して体系整理した「棚卸表」を作成するという手法²⁾³⁾を参考として、図1の処理フローから表2のとおり棚卸表を作成した。宇宙航空研究開発機構が作成した「ヒューマンファクタ分析ハンドブック」の「7.2.12機械化・自動化」の項によれば⁴⁾、「典型例」, 「作業形態」などのカテゴリにおいて「できれば自動化がよい」にあてはまることを「推奨される自動化の条件」としている(表3)。これを参考として、表2に示した各工程が表3の「できれば自動化がよい」にあてはまるか検討した結果、表2での処理の分類の項目が「データの加工・修正」である工程4(県測定データ処理), 工程5及び7を自動化する工程として選択した。

2・4 自動化するツールの選択

表4に示す自動化するツール⁵⁾の中から「必要なITスキル」がシステム開発のような高度なものでなく、「導入期間」が「短」, 「導入コスト」が「小(標準機能で実



※ 各測定主体で実施

図1 航空機騒音データ解析処理のフロー

表 2 解析処理の棚卸表

工程No.	実施者	処理の分類	処理内容	処理の詳細	ファイル形式
1	各測定主体	専用ソフト使用*	専用ソフトで生データを収集	専用ソフトのオフライン収集機能	バイナリ
2	各測定主体	専用ソフト使用*	専用ソフトによる解析	専用ソフトの航空機騒音自動識別機能及び実音再生・方向ベクトル表示	バイナリ
3	各測定主体	専用ソフト使用*	テキスト形式でファイル出力	専用ソフトのファイル出力機能を用いて1か月毎に出力	テキスト (タブ区切り)
4	各測定主体	データ加工・修正	Excel変換し、データ1次チェック	Excelひな形ファイルを用いて整理	Excelブック
5	県	データ加工・修正	2次チェック	Excelオートフィルタ機能を用いて確認	Excelブック
6	国	-	3次チェック	飛行記録と照合	Excelブック
7	県	データ加工・修正	全地点データを月毎に連結	Excelのコピー、ペースト機能を用いて整理**	Excelブック**
8	県	データ自動集計	月集計	Excelひな形ファイルに月データを貼付けし、セルに保存されている数式により自動集計	Excelブック
9	県	データ自動集計	4次チェック	Excelグラフにより異常データの確認	Excelブック
10	県	データ自動集計	年集計	月集計ファイルから年集計ファイルに数式で引用しセルに保存されている数式により自動集計	Excelブック

※ 騒音計付属のパッケージソフト「航空機騒音管理ソフトウェア AS-51」の使用方法に従って処理を行うもの

※※ 改良法では Windows コマンドによる自動化で連結するため、ファイル形式を CSV 形式 (カンマ区切り) とした

表 3 推奨される自動化の条件⁴⁾

カテゴリ	できれば自動化がよい	計算支援にとどめる
典型例	定型操作	トラブル対応
作業への姿勢	ムラなく不変	挑戦的
作業形態	ルーチンワーク	問題解決的作業
記述可能性	作業内容が記述可能	代表例のみ可能
教育方法	網羅的に教育可能 再生的な教育訓練ができる	基本のみ教育可能 例題的な教育訓練しかできない
求められる判断	照合的判断 違いの検出が大事	診断的な判断 違いの識別が大事
全体的な性格	仕事としての範囲が閉じている	仕事の範囲が開いている

表 4 自動化ツールの比較

ツール	必要な IT スキル	導入期間	導入コスト	自動化の難易
Windows コマンド	Windows コマンドの基礎知識	短 (数日～数週間)	小 (Windows の標準機能で実現可能)	比較的容易
表計算ソフトのマクロ機能	マクロ作成のプログラミング能力	短 (数日～数週間)	小 (表計算ソフトの標準機能で実現可能)	比較的容易
RPA	シナリオ作成能力	短～中 (数週間～数か月)	小～中 (ライセンス数量やシナリオ作成を内製するかどうかによって異なる)	やや容易
業務システム	システム開発能力 (設計、プログラミング等)	長 (大規模な内容だと 1 年以上)	大 (開発費やデータ等の移行が必要)	極めて困難

「自治体における RPA 導入ガイドブック (2021, 総務省)」を参考に編集

装可能)」の条件を満たすものを選択し、Excel マクロ及び Windows コマンドを用いることとした。特に表 2 に示す工程 4, 5, 7 はいずれも Excel 上での操作であることから、自動化するツールとしては基本的に Excel マクロを用いることとした。

2・5 自動化の手順

2・3 で自動化することとした工程を表 5 に示すとおり細分化し一工程毎にマクロを構成する VBA コードを作

成した。処理フローから VBA コードへの書き換えの例として、図 2 に工程 5-5 の場合を示す。図 2 の左に示すフローの操作から、実際の操作を VBA コードで記録する Excel のマクロ記録機能や市販の VBA コード文例集⁶⁾などを参考として VBA コードに書き換えた。作成した Excel マクロを正しい処理結果が得られるまで動作確認及びデバッグを繰り返し、最終的に図 2 の右に示す VBA コードとした。

表5 自動化する解析処理の棚卸表（細分化）

工程No.	作業シート等	処理内容	手順	担当	自動化可否
4-1	「元データ」	テキスト形式のデータをシートに取り込み	データ>外部データの取り込み>テキストファイルでファイル指定	各測定主体ごと	○ (県測定分)
4-2	「元データ」	国、市データのコメント入力	各測定主体担当者が、実音とベクトルを確認し識別結果を入力	国、市	×
5-1	「編集」	集計に使用するデータを抽出し年月日時分秒のセルを分割	「元データ」シートのデータを「編集」シートに式で紐付けし、年月日時分秒は「元データ」シートから時刻関数を用いて抽出	県	○
5-2	「編集」 →「センターチェック」	識別結果及び各測定主体コメント入力欄の追加	「編集」シートのデータの値を「センターチェック」シートに貼付、コメント欄の追加、不要な行の削除	県	○
5-3	「センターチェック」	備考欄に「注意レベル以上」「夜間早朝」「継続時間短」コメントの追加	「センターチェック」シートでオートフィルタを用いて抽出し入力	県	○
5-4	「センターチェック」	県データのコメント入力	県担当者が、実音とベクトルを確認し識別結果を入力	県	×
5-5	「センターチェック」 →「無効データ」 「要確認」「チェック用」	各データのコメント等でデータを振り分けシート作成	「センターチェック」シートからオートフィルタを用いて該当データを抽出し、各シートにコピー	県	○
7-1	「チェック用」 →CSV形式ファイル	「チェック用」シートをそれぞれCSVファイル化	各ファイルからシートをコピーし1ファイルに集約し、各シート上のデータをCSVファイルとして保存（※自動処理7-2の前処理）	県	○
7-2	CSV形式ファイルを 1つに統合	1か月分（計20の測定地点）のデータを1つのファイル（シート）に統合	Windowsコマンドにより各ファイルのデータをコピーし1ファイル（シート）に連結	県	○

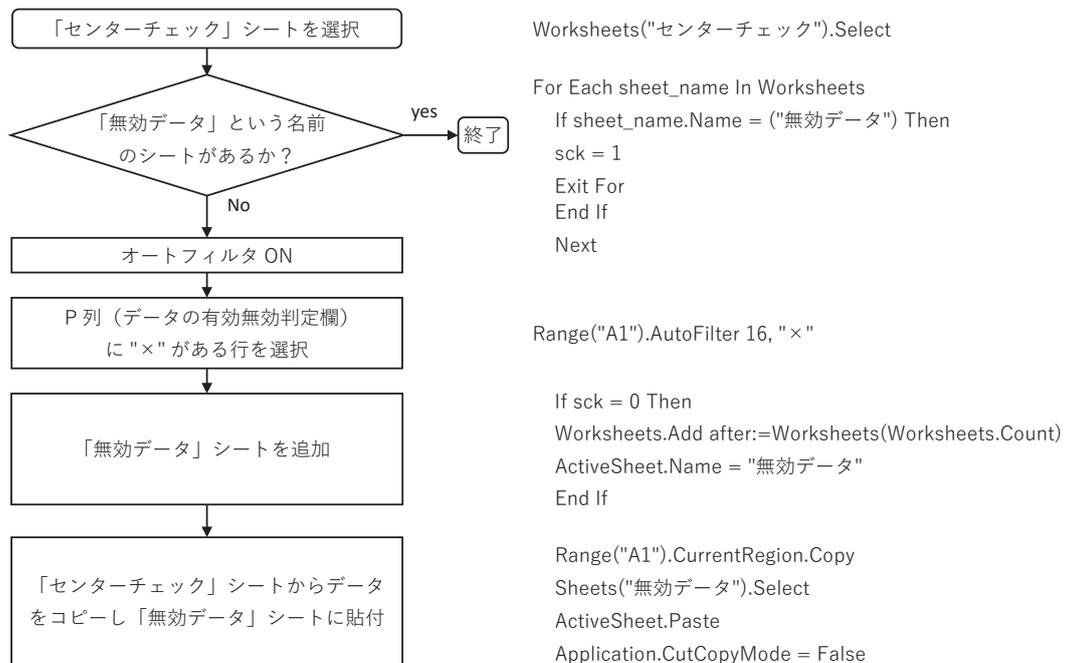


図2 処理フローからVBAコードへの書き換えの例（工程5-5から）

また、細分化した各工程のうち連続した工程が一連の処理となるよう、作成したVBAコードを連結した。工程4、5については、図3に示すように国及び市測定データと県測定データとで処理工程が異なるため、国及び市測定データの処理では工程5-1～5-3及び5-5を連結し「国・市工程5」、県測定データの処理では工程4-1及び5-1～5-3を連結し「県工程4+5」とした。連結後、正しい処理結果が得られるまで動作確認及びデバッグを繰り返した。

工程7における複数のExcelファイル間でのデータのコピー及び貼付操作についてはExcelマクロによる自動化が困難であったため、工程7-1としてExcelシート上

のデータをCSVファイルとして保存する工程を追加し、工程7-2として、Windowsコマンドを記述したバッチファイルでCSVファイルを連結する方法により自動化した。

なお、工程4-2及び工程5-4については、処理内容が「コメント入力」であることから、自動化を図ることができない工程であった。

2・6 自動化の効果の検証

自動化の効果を検証するため、手動操作による従来法と処理を自動化した改良法の各工程に要した操作数及び処理時間の比較を行った。

検証には、データの処理単位である1か月分のデータ

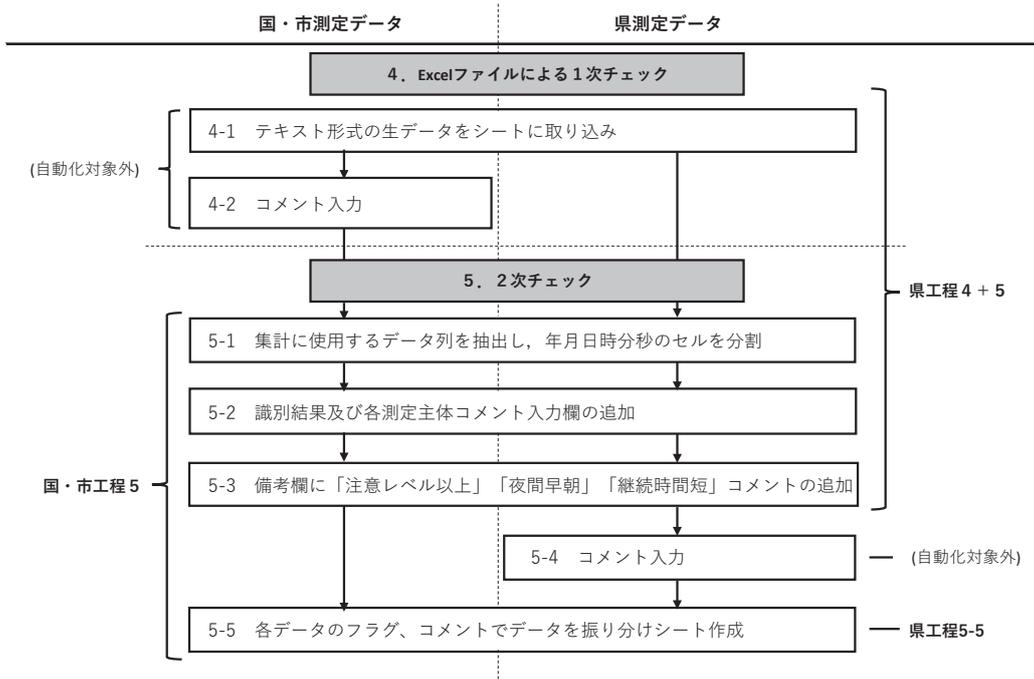


図 3 航空機騒音データ解析処理のフロー（工程 4 及び 5，詳細）

のうち、月平均のデータ数に最も近かった2022年6月のデータを用いた（表1）。

操作数については、処理動作を行った時のキーボードの打鍵数とマウスのクリック数をカウントして合計した。処理時間は、従来法及び改良法（Windowsコマンド）では処理時間をストップウォッチで実測して、改良法（Excelマクロ）では動作後に処理時間を画面表示するマクロを追加して計測した。

3 結果と考察

3.1 自動化の効果の検証結果

(1) 操作数

従来法及び改良法による各工程の操作数を図4に示す。処理を自動化したすべての工程で操作数を削減できた。自動化した工程による1か月あたりの操作数は、従来法は3,063回に対して改良法では776回、年間では33,693回に対して8,536回と約25,000回の操作数の削減となった。また、これに加えて、手動操作に起因するヒューマンエラーの削減も期待できると考えられた。

(2) 処理時間

従来法及び改良法による各工程の処理時間を図5に示す。1か月分の県測定データ（4ファイル）の処理時間は、県工程4+5では従来法、改良法のどちらも約20分であった。そこで、改良法の県工程4+5についてさらに細分化した工程の処理時間を計測したところ、工程5-2のチェック用シート作成において不要な行の削除に計15分を要しており、この工程に改善の余地があると考えられた。また、県工程5-5では従来法の約20分に対し、

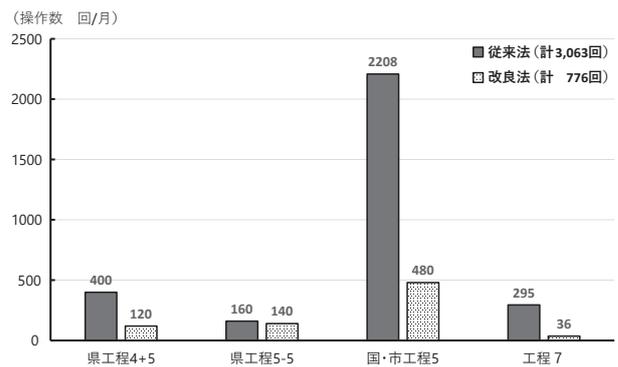


図 4 従来法及び改良法の操作数の比較

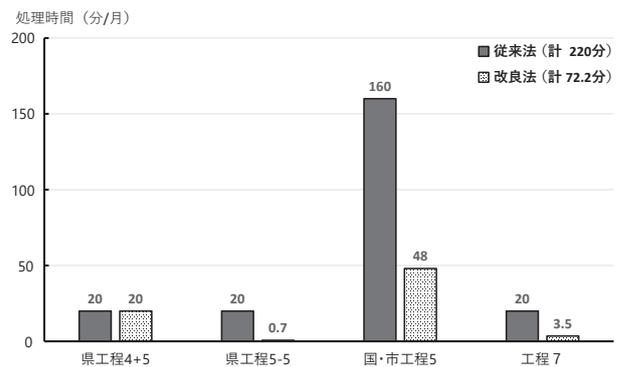


図 5 従来法及び改良法の処理時間の比較

改良法では約0.7分に短縮された。1か月分の国及び市測定データ（16ファイル）の処理時間は、国・市工程5で約160分から約48分に短縮された。工程7の自動化にあたり、Excelシート上のデータをCSVファイルとして保存する工程7-1を追加したことで処理時間が約3分増加したが、工程7-2は処理時間約1.5秒であり、工程

7 全体では約20分から約3分半に短縮できた。

1 か月分のデータ（20ファイル）の処理について自動化した工程による処理時間は約220分から約70分に、年間11か月分（220ファイル）のデータでは約40時間から約13時間となり、年間で合計約27時間の短縮が見込まれた。

3・2 自動化によって生じた課題への対応

自動化によって新たな課題が生じたので対応を行った。

一つは、県担当者が処理内容を把握できなくなる「ブラックボックス化」⁷⁾である。県担当者が異動等により交代した場合、処理の詳細を理解するのに時間を要し、場合によっては自動処理の理解を断念して手動操作に戻ってしまうことも考えられる。そこで、予備知識がない状態から処理内容を理解できるよう、自動化した内容と操作手順を詳細に記載したマニュアルを作成した。

二つめは、意図していない自動処理が行われる場合が見られたことである。自動処理では、特に国・市工程4-2において、表6に示すような「表記揺れ」⁸⁾や、表7に示すような各測定主体担当者の思い込みや自己判断による入力ルールの変更により、自動処理で意図しない結果になる場合が散見された。そこで「表記揺れ」や自己判断等による入力ルールの変更のうち軽微な場合は、これらが許容できるような自動処理の改良やコメントの入力制限による定型化で対応した。これらの対応によっても自動処理が正しく行われない場合は、再度データへのコメント入力ルールを周知して明確化するなどの対策を講じた。

表6 表記揺れの例

表記揺れの例	内容
「.」（全角）「.」（半角）	全角，半角
○（記号） ○（漢数字）	類似文字
「雷」 「カミナリ」	文字種類相違
「継続時間短」 「継続時間短い」 「継続時間が短い」	表記方法相違

表7 思い込みや自己判断によるルール変更の例

入力ルール	ルール変更の例
「*」又は「 」(空欄)	「○」又は「×」
「ベクトル確認により有効」	「ベクトル確認により有効・夜間早朝」 (入力すべき項目にメモを追記)

今後の課題としては、自動処理を継続して行えるよう、各測定主体担当者に対してはデータ処理内容の理解深化の促進、自動処理についてはコメントの入力制限やExcelマクロの許容性拡張の両面から対策を講じていく必要があると考えられた。

4 まとめ

- (1) 航空機騒音データ解析処理の手順を見直し、手順の一部をExcelマクロ又はWindows コマンドを用いて自動化した。
- (2) 自動化により、年間で約25,000回の操作数の削減が見込まれ、手入力に起因するヒューマンエラーの削減も期待できると考えられた。また、年間で約27時間の処理時間短縮が見込まれた。
- (3) 自動化によって生じた課題のうち「ブラックボックス化」に対しては、県担当者が処理内容を理解するための詳細マニュアルを作成した。
- (4) 意図していない自動処理が行われる場合、手入力の「表記揺れ」や各測定主体担当者の自己判断による入力ルールの変更がその原因であった。そこで、表記揺れやルール変更を許容できるよう自動処理の改良や入力制限による定型化、又は各測定主体担当者へのデータへのコメント入力ルールの明確化で対応した。
- (5) 今後の課題としては、自動処理が継続できるよう、各測定主体担当者に対してはデータ処理内容の理解深化の促進、自動処理についてはExcelマクロの改良等の両面から対策を講じていく必要があると考えられた。

文 献

- 1) 石川県生活環境部：小松基地周辺の騒音対策（2023）
- 2) 日本能率協会コンサルティング：はじめの1冊！オフィスの業務改善がすぐできる本，28-29，日本能率協会マネジメントセンター（2015）
- 3) 日本能率協会コンサルティング：6ステップで職場が変わる！業務改善ハンドブック，56-62，日本能率協会マネジメントセンター（2016）
- 4) 宇宙航空研究開発機構：ヒューマンファクタ分析ハンドブック（2017）
※次の原著が入手不能のため4)から二次引用
行待武生：ヒューマンエラー防止活動標準テキスト I - PSF 管理（再発防止編）- Ver.1，PSF マネジメント研究会，日本能率協会（2004）
- 5) 総務省：自治体におけるRPA導入ガイドブック（2021）
- 6) 田中亨：ExcelVBA 逆引き辞典パーフェクト第3版，(株)翔泳社（2019）
- 7) 下條信輔：ブラックボックス化する現代，32-33，(株)日本評論社（2017）
- 8) 村田吉徳：数万件の汚いエクセルデータに困っている人のためのExcel多量データクレンジング，86-87，(株)秀和システム（2019）