

台湾版小地域別将来人口推計 ウェブマッピングシステムの公開について

井 上 孝

1. はじめに

一般に、小地域別の将来人口推計は、地域の単位を小さくすればするほど推計値が不安定になり、たとえば、10年後の推計値が10倍、20倍となるような場合がしばしば生じる。しかも、推計期間を長くするほどその不安定さが増幅されることになるので、小地域単位の長期の将来人口推計は日本はもとより世界的にもほとんど実施されてこなかった。これに対して、筆者は将来人口推計に必要な2つの人口統計（コーホート変化率および子ども・女性比）を平準化する手法を提案し、小地域別将来人口推計において推計値が不安定となる問題の解決を図った（Inoue 2017a）。

筆者は、その平準化手法を用いて、小地域別の長期（50年間）にわたる男女5歳階級別の将来人口推計を全国レベルで初めて実施し、その結果を2016年に「全国小地域別人口推計システム」（正規版、バージョン1.0）としてウェブ上に公開した。このシステムでは、全国の22万弱の町丁・字を単位とする将来人口推計の結果をウェブ上で閲覧でき、また、自治体ごとにダウンロードできる。以下では、このシステムの英語版の名称 The Web System of Small Area Population Projections for the Whole Japan に基づき、このシステムを SAPP for Japan と略称する。SAPP for Japan は正規版バージョン1.0 をリリースして以来、インターフェイスの改良、コロプレスマップの追加等の更新を随時行ってきたが、2019年6月に初めて大きな更新を行い、バージョン3.0 を公開するに至った（井上 2016, 2018, 2019, 2020; Inoue 2019a）。

筆者は、SAPP for Japan の開発で得られた知見とノウハウをもとに、現在、環太平洋諸国における小地域別将来人口推計の実施とそのウェブ上での公開に取り組んでおり、すでに2つの地域を対象としたウェブマッピングシステムをリリースしている。その一つが米国ワシントン州を対象とする The Web Mapping System of Small Area Population Projections for the State of Washington であり（以下、SAPP for WA）、もう一つが台湾を対象とする The Web Mapping System of Small Area Population Projections for Taiwan である（以下、SAPP for Taiwan）。このうち SAPP for WA は 2017 年にリリースされ、米国ワシントン州の約 4,800 の census block group¹⁾を単位として推計した結果が公開されている（Inoue 2017b）。一方、SAPP for Taiwan は 2019 年にリリースされ、台湾の約 7.8 万の一級發布區²⁾を単位として推計した結果が公開されている（Inoue 2019b）。いずれのシステムにいても、推計結果はすべてオープンデータとなっており全データのダウンロードが可能である。なお、以上の SAPP シリーズは、いずれも米国 ESRI 社が提供する ArcGIS Online 上で動作している。

本稿は、上述の SAPP for Taiwan、すなわち、台湾版の小地域別将来人口推計ウェブマッピングシステムを取り上げてその紹介を行う。以下では、2.においてこのシステムで採用した将来人口推計の一連の手法について解説したあと、3.においてこのシステムの操作方法を説明する。最後の4.では、SAPP for Taiwan を含む SAPP シリーズの課題と今後の展望について、一つのトピックに注目して論じる。このうち3.は、SAPP for Taiwan の利用者向けの操作マニュアルとして活用いただくことを想定している。

2. SAPP for Taiwan における推計手法の概要

ここでは、SAPP for Taiwan において将来人口推計がどのように実施されているか、その一連の手法を解説する。SAPP for Taiwan で用いられている推計手法

1) 米国においてセンサスデータ等を公表する際に用いられる統計上の区画（統計地域）の一種である。census block に次いで小さな区画である。

2) 台湾において種々の統計データを公表する際に用いられる統計地域の一種である。詳細は、2-1 にて後述する。

は、基本的には SAPP for Japan および SAPP for WA で用いられたものと同様である。それらに共通するのは、まず、2つの基本的な人口統計（コーホート変化率および子ども・女性比）を平準化し、これらの値を基にコーホート変化率法を用いて将来人口推計を実施している点である。平準化については、筆者が SAPP for Japan の開発にあたって提案した、前述の手法が用いられている（Inoue 2017a）。

コーホート変化率法は、主要国の公式の将来人口推計に採用されているコーホート要因法に比べてより簡便な手法とされる。しかし、一般に、小地域単位に出生率、死亡率、純移動率などの人口統計指標が得られることは希少である一方、コーホート変化率法はこれらの指標を必要とせず、2時点の男女5歳階級別人口さえ入手できれば推計が可能である。SAPP シリーズにおける推計手法としてコーホート変化率法を選んだ理由はこの点にある。

2-1. データの入手と加工

台湾の人口統計には、日本の住民基本台帳人口に相当するレジスターベースの人口、および、国勢調査人口に相当するセンサスベースの人口の2つがあるが、前者の方が圧倒的に充実している。また、小地域単位で人口統計が得られるのは前者のみであるので、SAPP for Taiwan ではレジスターベースの人口統計を基に推計を行っている。それらの統計は、7段階の統計地域（大きい方から順に、六級發布區、……、一級發布區、最小發布區）ごとに公表されている。これらのうち、六級發布區が全国レベル、四級發布區が縣市レベル（日本の都道府県に相当）³⁾、三級發布區が鄉鎮市レベル（日本の基礎自治体すなわち市区町村に相当）、二級發布區・一級發布區・最小發布區が基礎自治体より小さい、いわゆる小地域レベルの統計地域である（以下、「自治体」は基礎自治体を指すものとする）。台湾のレジスターベースの人口統計は、これらの7段階の統計地域ごとに、社会経済に関する政府のウェブデータベースから統計データと境界デー

3) 2016年時点で、13の縣と9の特別市（台北市などの縣と同格の広域自治体）からなる。

タが自由にダウンロードできる（社会経済資料服务平台，URL: https://segis.moi.gov.tw/STAT/Web/Portal/STAT_PortalHome.aspx）。年次については，統計地域や統計の内容によって異なるが，おおむね2008年前後以降は毎年分のデータが得られる。

将来人口推計を行うためには，基準年⁴⁾とその5年前における男女5歳階級別人口が必要である。そのため，まず，推計の対象となる統計地域と基準年の選択を行った。台湾の場合は，男女5歳階級別人口を得ることのできる最小の区画が一級發布区であるため，SAPP for Taiwan では，必然的に一級發布区を単位とする推計を行うこととなった。一方，上述の7段階の人口統計データは，SAPP for Taiwan の開発時点の段階では残念ながら相互に整合がとられていなかったため，基準年の選定にあたっては，一級發布区別人口と四級發布区別人口（縣市別人口）の整合性を重視した。四級發布区別人口に着目した理由は，SAPP for Taiwan では，コーホート変化率および子ども・女性比を平準化する際に同人口統計を用いることとしたためである。結果的には，2011年と2016年の組み合わせにおいて，一級發布区別人口と四級發布区別人口の乖離度が最小となったので⁵⁾，SAPP for Taiwan では2016年を基準年として推計を行うこととした。

次に，選択された2011年と2016年の一級發布区別人口に対して，それぞれ四級發布区別人口との乖離度がゼロとなるよう調整係数を乗じて加工を行った。調整係数は，年次別男女5歳階級別に得られた「四級發布区別人口の全国計／一級發布区別人口の全国計」を用いた。つづいて，推計前の最後の作業として，2011年の一級發布区の区画を2016年の区画に合致させた。一般に，小地域の境界はさまざまな理由によって頻繁に変更されるが，2011年と2016年の一級

4) 将来人口推計を行うために必要な5年間隔の2つの年次のうち，新しいほうの年次を意味する。この年から $5n$ 年後(n は自然数)の人口が推計される。

5) 一級發布区別人口と四級發布区別人口について，それぞれ年次別男女5歳級別に全国計を算出しその比較をして整合性を確認したところ，おおむね前者の方が過小となる傾向がみられ，その乖離度「(後者の全国計／前者の全国計－1)×100」は最大30%程度に達した。しかし，大半の年齢階級で乖離度は5%以下であり，2011年と2016年に限定すればすべて乖離度3.5%以下となった。

発布区の区画にも多数の不一致の個所があったため、この作業は必須であったといえる。なお、SAPP for Japan や SAPP for WA においても同様の作業が行われている。こうして、2011 年の一級発布區別人口は 2016 年の区画に合致するよう組み替えられることになるが、それらの加工は面積按分法によって GIS 上で行った。

2-2. 小地域別コーホート変化率の算出とその平準化

SAPP for Taiwan では、あるコーホートについて、2011 年時点の人口に対する 2016 年時点の人口の比がコーホート変化率となる。以下では、一級発布区を小地域、四級発布区を縣市と呼称して説明を行う。

まず、小地域別コーホート変化率を男女別に算出した。以下では、あるコーホートに関する、縣市 i に属する小地域 j のコーホート変化率を CCR_{ij}^{SM} と表す。次に、上記の 2-1 で得られた小地域別人口を縣市単位に集計し、縣市別コーホート変化率を男女別に算出した。以下では、あるコーホートに関する、縣市 i のコーホート変化率を CCR_i^{CO} と表す。つづいて、Inoue (2017a) の手法に基づき、あるコーホートに関する縣市別コーホート変化率 CCR_i^{CO} を用いて、小地域別コーホート変化率 CCR_{ij}^{SM} を以下の式によって平準化した。ただし、平準化後の値を $*CCR_{ij}^{SM}$ で表し、変数 P_{ij}^{SM} 、 P_i^{CO} 、 Q_{ij}^{SM} 、 Q_i^{CO} を次のように定義する。

P_{ij}^{SM} : 当該コーホートに関する、縣市 i に属する小地域 j の 2011 年時点の人口

P_i^{CO} : 当該コーホートに関する縣市 i の 2011 年時点の人口

Q_{ij}^{SM} : 当該コーホートに関する、縣市 i に属する小地域 j の 2016 年時点の人口

Q_i^{CO} : 当該コーホートに関する縣市 i の 2016 年時点の人口

$$P_{ij}^{SM} \neq 0 \text{ のとき, } *CCR_{ij}^{SM} = \frac{\sqrt{P_{ij}^{SM}}}{\sqrt{P_{ij}^{SM}} + \sqrt{P_i^{CO}}} \cdot CCR_{ij}^{SM} + \frac{\sqrt{P_i^{CO}}}{\sqrt{P_{ij}^{SM}} + \sqrt{P_i^{CO}}} \cdot CCR_i^{CO}$$

$$P_{ij}^{SM} = 0 \text{ のとき, } *CCR_{ij}^{SM} = CCR_i^{CO} \cdot \left(\sqrt{\frac{Q_{ij}^{SM}}{Q_i^{CO}}} + 1 \right)$$

2-3. 小地域別子ども・女性比の算出とその平準化

SAPP では、2016 年時点の 20～39 歳女子人口に対する、同年の 0～4 歳人口の比を子ども・女性比とした。ここでは、まず、小地域別子ども・女性比を算出した。以下では、縣市 i に属する小地域 j の子ども・女性比を CWR_{ij}^{SM} と表す。次に、上記の 2-1 で入手した小地域別人口を縣市単位に集計し、縣市別子ども・女性比を算出した。以下では、縣市 i の子ども・女性比を CWR_i^{CO} と表す。つづいて、Inoue (2017a) の手法に基づき、縣市別子ども・女性比を CWR_i^{CO} を用いて、小地域別子ども・女性比 CWR_{ij}^{SM} を以下の式によって平準化した。ただし、平準化後の値を $*CWR_{ij}^{SM}$ で表し、変数 F_{ij}^{SM} , F_i^{CO} , C_{ij}^{SM} , C_i^{CO} を次のように定義する。

F_{ij}^{SM} : 縣市 i に属する小地域 j の 2016 年時点の 20～39 歳女子人口

F_i^{CO} : 縣市 i の 2016 年時点の 20～39 歳女子人口

C_{ij}^{SM} : 縣市 i に属する小地域 j の 2016 年時点の 0～4 歳人口

C_i^{CO} : 縣市 i の 2016 年時点の 0～4 歳人口

$$F_{ij}^{SM} \neq 0 \text{ のとき, } *CWR_{ij}^{SM} = \frac{\sqrt{F_{ij}^{SM}}}{\sqrt{F_{ij}^{SM}} + \sqrt{F_i^{CO}}} \cdot CWR_{ij}^{SM} + \frac{\sqrt{F_i^{CO}}}{\sqrt{F_{ij}^{SM}} + \sqrt{F_i^{CO}}} \cdot CWR_i^{CO}$$

$$F_{ij}^{SM} = 0 \text{ のとき, } *CWR_{ij}^{SM} = CWR_i^{CO} \cdot \left(\sqrt{\frac{C_{ij}^{SM}}{C_i^{CO}}} + 1 \right)$$

2-4. 小地域別将来推計人口の算出

上述の 2-2 および 2-3 より、コーホート変化率法に必要な 2 つの人口統計、すなわち、子ども・女性比とコーホート変化率の平準化値 $*CCR_{ij}^{SM}$ および $*CWR_{ij}^{SM}$ が算出された。以下では、これらの人口統計を用いて縣市 i に属する小地域 j の将来推計人口を求める手順について説明する。

まず、2021 年の将来推計人口を算出する方法を説明する。2021 年の $a \sim (a+4)$ 歳人口については（ただし、 a は 5 以上）、男女とも「2016 年の $(a-5) \sim (a-1)$ 歳人口」×「 $(a-5) \sim (a-1)$ 歳 → $a \sim (a+4)$ 歳の $*CCR_{ij}^{SM}$ 」で算出した。また、2021 年の 0～4 歳男子人口については、「推計された 2021 年の 20～39 歳女子人口」× $*CWR_{ij}^{SM}$ × $(BSR / (1 + BSR))$ 、同女子人口については、「推計された

2021 年の 20-39 歳女子人口」 $\times CWR_{ij}^{SM} \times (1 / (1 + BSR))$ で算出した。ただし、BSR は出生性比を意味し、SAPP では $BSR = 1.05$ とした。

つづいて、2016 年の男女 5 歳階級別人口と推計された 2021 年の男女 5 歳階級別人口を用いて、上記と同様の計算を行い 2026 年の人口を推計した。以下、同様の計算を繰り返すことによって、2061 年までの人口を推計した。

2-5. 台湾政府の公式将来人口推計に基づく調整

台湾政府は、全国における男女各歳別の将来人口推計の結果（低位推計，中位推計，高位推計）を国家發展委員会のウェブサイトにて公表している（國家發展委員會人口推估查詢系統，URL: <https://pop-proj.ndc.gov.tw/>）。SAPP for Taiwan のリリース時点において同サイトから 2018～2065 年における男女各歳別の推計人口が入手できたので⁶⁾，SAPP for Taiwan では、2-4 で得られた小地域別将来推計人口を同サイトの推計人口（中位推計）に基づいて調整している。具体的には、SAPP for Taiwan における推計期間（2021 年から 5 年ごとに 61 年まで）について、年次別男女 5 歳階級別に 2-4 で得られた小地域別将来推計人口の全国計を算出したあと、その全国計と同サイトの推計人口を比較して調整係数を求め、得られた調整係数を小地域別将来推計人口に乗じた。こうして、SAPP for Taiwan にて公開される、最終的な推計人口は台湾政府の公式推計の結果と全国レベルで整合することとなった。

3. SAPP for Taiwan の操作方法

最初に、SAPP for Taiwan で用いられている言語は英語のみである点をお断りしたい。SAPP for Taiwan は、Download mode と Display mode からなり（以下、それぞれ、ダウンロードモード，表示モードと呼ぶ），前者では推計人口を csv ファイルとしてダウンロードでき，後者では 3 種類の人口統計指標についてコロプレスマップを閲覧できる。SAPP for Taiwan に最初にアクセスすると，利用

6) 本原稿の執筆時点（2020 年 12 月）では，同サイトの将来推計人口が更新され推計期間が 2020～70 年に変更されている。

規定への同意を求める画面が現れる(図1)。この画面には、システムの概要、著作権の所在と利用許諾の条件、SAPPのデータを用いて著作物を発行する場合の引用書式などが表示される。ここで、「I agree to all of the above terms and conditions: 1-9」にチェックを入れて「OK」ボタンを押せば、ダウンロードモードに入る。その後は、このモードを起点として3つの表示モードへ進むことができる。以下では、それぞれのモードごとにシステムの操作方法について解説する。

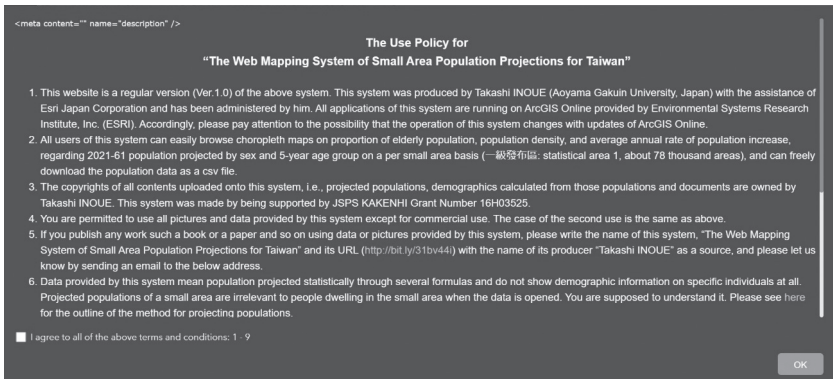


図1 利用規定が表示された画面
Fig. 1 The screen displaying the use policy

3-1. ダウンロードモードの操作方法

図2はダウンロードモードの初期画面を示したものである。初期画面では左側にメニューが表示されるが、メニューはその最下部の左向き矢印をクリックすれば閉じることができる。まず、このメニューと左上部のタイトル「Small Area Population Projections for Taiwan (Download mode)」の間に位置する5つのアイコンについて説明する。これらのアイコンには、それぞれ左から順に「Menu」「Legend」「Layer List」「Basemap」「Download CSV」の機能が割り当てられている。これらの5つのアイコンはメニューを閉じた場合は縦に並ぶが⁷⁾、

7) 利用者のパソコンの画面解像度によっては、メニューが閉じられ5つのアイコンが縦に並ぶ状態の初期画面が現れる場合がある。

台湾版小地域別将来人口推計ウェブマッピングシステムの公開について

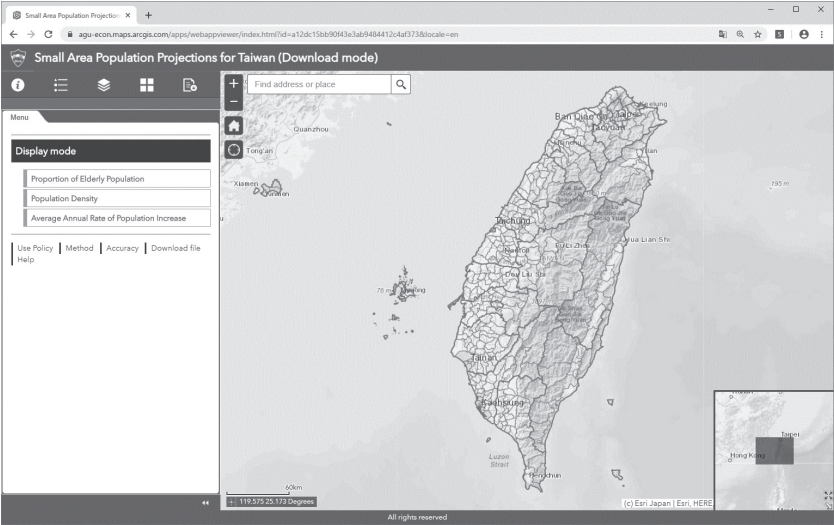


図2 ダウンロードモードの初期画面
Fig. 2 The initial screen in download mode

small_area_population_of_Taiwan															
CODE1															
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N		
1	CODE1	CODE2	TOWN_ID TOWN	TOWN_EN	COUNTY_	COUNTY	COUNTY_REGI2011	REGI2011	REGI2011	REGI2011	REGI2011	REGI2011	REGI2011		
2	A0201-01	A0201-01	10002010 宜蘭市	Yilan City	10002	宜蘭縣	Yilan Cou	11	12	17	17	13	17		
3	A0201-01	A0201-01	10002010 宜蘭市	Yilan City	10002	宜蘭縣	Yilan Cou	2	9	14	24	19	27		
4	A0201-01	A0201-01	10002010 宜蘭市	Yilan City	10002	宜蘭縣	Yilan Cou	15	10	7	13	14	19		
5	A0201-01	A0201-01	10002010 宜蘭市	Yilan City	10002	宜蘭縣	Yilan Cou	9	6	12	15	16	25		
6	A0201-01	A0201-01	10002010 宜蘭市	Yilan City	10002	宜蘭縣	Yilan Cou	7	8	9	25	14	28		
7	A0201-01	A0201-01	10002010 宜蘭市	Yilan City	10002	宜蘭縣	Yilan Cou	5	7	9	9	6	7		
8	A0201-01	A0201-01	10002010 宜蘭市	Yilan City	10002	宜蘭縣	Yilan Cou	13	9	13	18	23	26		
9	A0201-02	A0201-02	10002010 宜蘭市	Yilan City	10002	宜蘭縣	Yilan Cou	6	8	17	18	12	21		
10	A0201-02	A0201-02	10002010 宜蘭市	Yilan City	10002	宜蘭縣	Yilan Cou	8	7	9	25	25	15		
11	A0201-02	A0201-02	10002010 宜蘭市	Yilan City	10002	宜蘭縣	Yilan Cou	8	7	18	26	26	16		
12	A0201-02	A0201-02	10002010 宜蘭市	Yilan City	10002	宜蘭縣	Yilan Cou	16	17	13	27	19	15		
13	A0201-02	A0201-02	10002010 宜蘭市	Yilan City	10002	宜蘭縣	Yilan Cou	3	6	12	10	15	14		
14	A0201-02	A0201-02	10002010 宜蘭市	Yilan City	10002	宜蘭縣	Yilan Cou	8	3	9	20	17	15		
15	A0201-02	A0201-02	10002010 宜蘭市	Yilan City	10002	宜蘭縣	Yilan Cou	2	3	3	10	10	6		
16	A0201-02	A0201-02	10002010 宜蘭市	Yilan City	10002	宜蘭縣	Yilan Cou	16	10	9	18	29	22		
17	A0201-03	A0201-03	10002010 宜蘭市	Yilan City	10002	宜蘭縣	Yilan Cou	10	17	12	14	17	18		
18	A0201-03	A0201-03	10002010 宜蘭市	Yilan City	10002	宜蘭縣	Yilan Cou	7	13	4	18	16	19		
19	A0201-03	A0201-03	10002010 宜蘭市	Yilan City	10002	宜蘭縣	Yilan Cou	15	10	12	19	22	26		
20	A0201-03	A0201-03	10002010 宜蘭市	Yilan City	10002	宜蘭縣	Yilan Cou	8	6	5	18	14	14		
21	A0201-03	A0201-03	10002010 宜蘭市	Yilan City	10002	宜蘭縣	Yilan Cou	10	7	8	16	20	25		

図3 ダウンロードされた csv ファイル
Fig. 3 Downloaded csv file

再びメニューを表示させたい場合は最上部の「Menu」アイコンをクリックすればよい。「Legend」アイコンをクリックすると、SAPP for Taiwan で使用されている3種類の境界（縣市、自治体、小地域）の凡例が示される。これらの境界は、「Layer List」アイコンをクリックして現れる画面にて表示・非表示を切り替えることができる。「Basemap」アイコンは背景地図を替えたいときに使用する。右端の「Download CSV」アイコンをクリックすれば、SAPP for Taiwan にアップロードされている全データを csv 形式でダウンロードすることができる。図3はその csv ファイルを EXCEL で読み込んだ状態を示している。このファイルの書式については、以下で説明するメニューの「Download file」を参照されたい。

つづいてメニューの説明を行う。メニュー上部の「Display mode」の下に並ぶ3つのボタン「Proportion of Elderly Population」「Population Density」「Average

The table definition of downloaded csv files is shown as below. As for how to download those files, please see "4. How to operate Download mode: Pop-up window" in "Help" menu.

Table definition of each download file (csv file)

variable name	explanation
CODE1	code of small area (first-level statistics area)
CODE2	code of second-level statistics area
TOWN_ID	town ID
TOWN	town name in Chinese
TOWN_EN	town name in English
COUNTY_ID	county ID
COUNTY	county name in Chinese
COUNTY_EN	county name in English
REGI2011_M0_4*	2011 register-based male population aged 0-4
REGI2011_F0_4*	2011 register-based female population aged 0-4
PROJ2021_M0_4**	2021 projected male population aged 0-4
PROJ2021_F0_4**	2021 projected female population aged 0-4

*similar for the year of 2016 and other age groups

**similar for other years and other age groups

図4 「Download file」ページの記述

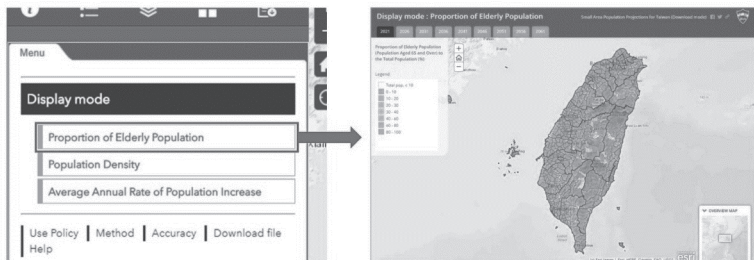
注：この図において、TOWN と COUNTY はそれぞれ自治体と縣市を意味する。

Fig. 4 Description of "Download file" page

Note: TOWN and COUNTY denote basic municipality and regional municipality, respectively.

2. How to move to Display modes or other population groups

- You can easily move to Display modes by clicking on the menu.
※ In the case of “Display mode : Proportion of Elderly Population”



- You click on the Download mode tab on the browser top or click “Small Area Population Projections for Taiwan(Download mode)” on the Display modes to move back.

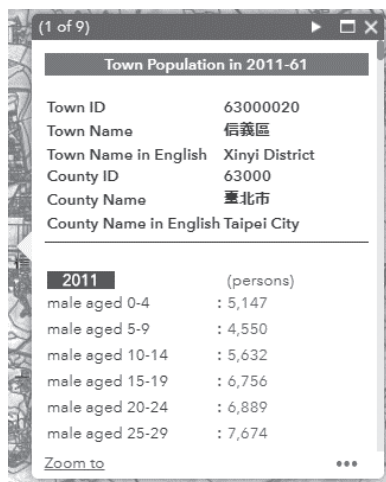


図5 「Help」ページの記述の一例
Fig. 5 Sample of description of Help pages

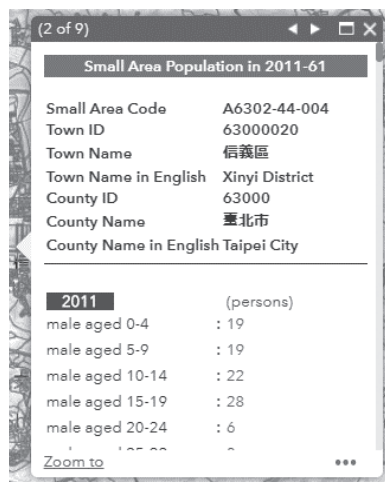
「Annual Rate of Population Increase」には、いずれも表示モードへ移るためのリンクが張られている。それらのモードについては3-2において詳述する。メニュー下部に並ぶ5つのボタン「Use Policy」「Method」「Accuracy」「Download file」「Help」には関連するページへのリンクが張られており、それぞれ、利用規定、推計方法、推計精度、ダウンロードファイルの仕様、ヘルプ、についての説明を読むことができる。これらのうち、「Download file」ページを図4に、「Help」ページの一例を図5に示した。特に、「Help」ページにはSAPPのすべての機能とその操作方法が書かれているので、操作方法の詳細についてはこのページを参照されたい。

次に、画面の主要部すなわちマップ部分の説明を行う。ダウンロードモードでは、マップ上の任意の小地域をクリックすると、その地域とそれを含む自治体の2011～61年人口（そのうち2011年と16年が登録人口、2021～61年が推計

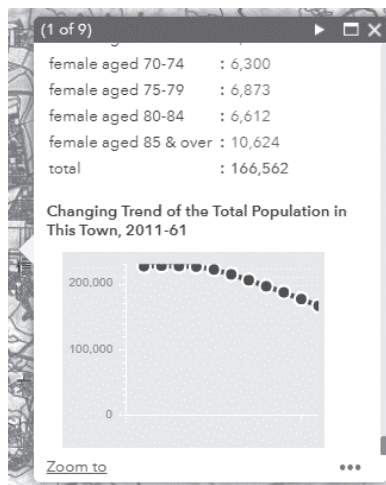
a)



b)



c)



d)

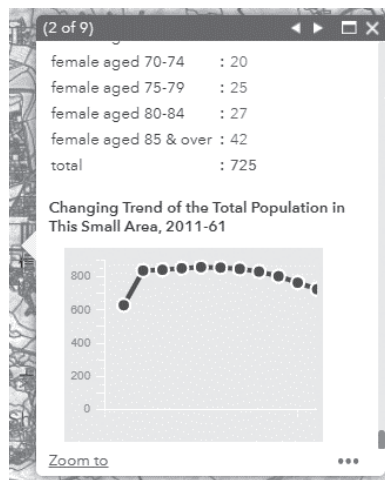


図 6 ダウンロードモードにおけるポップアップウィンドウの例
 a) 当該自治体の人口, b) 当該小地域の人口
 c) 当該自治体の人口の変化傾向, d) 当該小地域の人口の変化傾向
 Fig. 6 Examples of pop-up windows in download mode

人口) がポップアップウィンドウに表示される。図6の a) は当該自治体の人口、b) は当該小地域の人口に関するポップアップウィンドウの一例である。このウィンドウに表示される Town は自治体、County は縣市を意味する。同図の c) と d) はそれぞれ a) と b) においてウィンドウの下端までスクロールした状態を示す。図6の a), b), c), d) の上部の緑色バーの左端に表示される分数は、分母がポップアップウィンドウの枚数、分子がその何枚目であるかを表す。ポップアップウィンドウを切り替えるには、上部の緑色バーの左向きあるいは右向きの矢印をクリックすればよい。図6の c) と d) からわかるように、ポップアップウィンドウの下端には、当該自治体または当該小地域における 2011～61 年人口の変化傾向が簡易的に表示される。

調べたい自治体名等が予め決まっている場合は、地名の検索機能を利用できる。この機能は、SAPP for Taiwan が動作する ArcGIS Online のジオコーディングサービスを利用したものであり、マップ画面左上端の検索ボックスに地名を漢字またはアルファベットで入力すれば、マップがその場所付近に切り替わる。

3-2. 表示モードの操作方法

前述したように、ダウンロードモードのメニューには表示モードへの3つのリンクボタン「Proportion of Elderly Population」「Population Density」「Average Annual Rate of Population Increase」があり、それぞれ、高齢化率(65歳以上人口割合)、人口密度、年平均人口増加率に関する表示モードに移行できコロプレスマップを閲覧できる。図7は表示モードの一例として「高齢化率」表示モードの画面を示したものである。残念ながらこの図はモノトーンで表現されているため階級区分の色の違いを判別することができないが、実際の画面はカラーであるのももちろん問題ない。この画面では、上部に配された9個のタブによって対象年次を切り替えることができる。またこのモードでは、画面上の任意の小地域をクリックすると、その地域における2011～61年の数値がポップアップウィンドウに表示される。図8は、人口密度の表示モードにおいて、ポップアップウィンドウが表示された状態を示している。

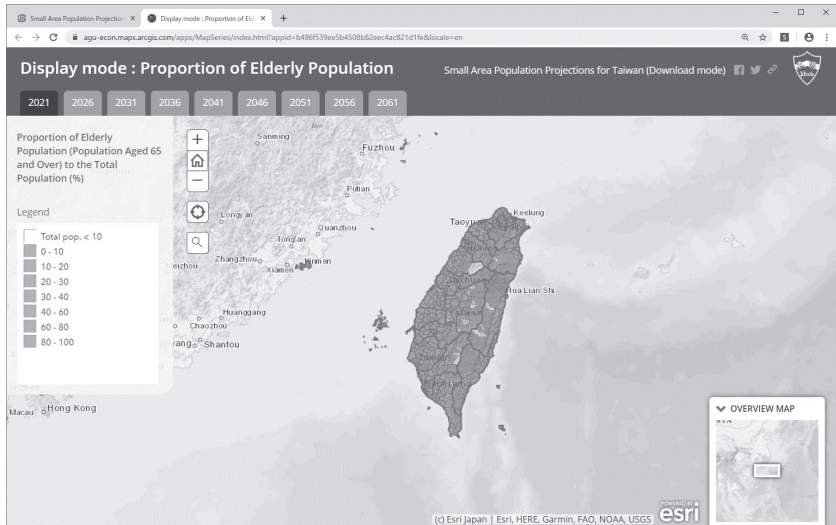


図7 表示モードの一例(高齢化率)

Fig. 7 Example of display modes (proportion of elderly population)

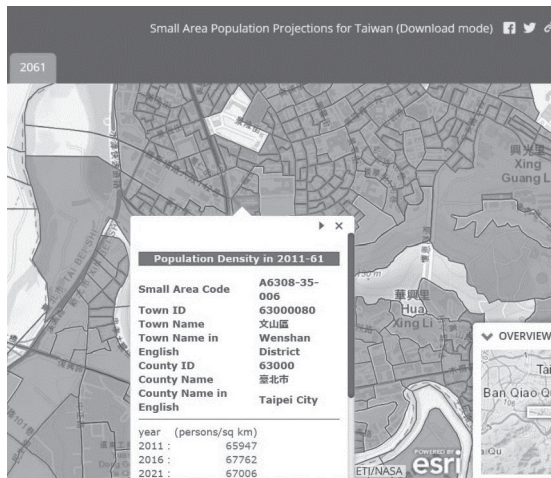


図8 表示モードにおけるポップアップウィンドウの一例(人口密度)

Fig. 8 Example of pop-up windows in display mode (population density)

台湾版小地域別将来人口推計ウェブマッピングシステムの公開について

表示モードの左上部には凡例が表示されるが、人口統計指標によって白抜きの表示の意味が異なることに注意されたい。高齢化率については当該の小地域の総人口が10人未満の場合、人口密度については当該の小地域の総人口がゼロの場合、年平均人口増加率については当該の小地域の期首における総人口が10人未満の場合、それぞれ白抜きで表される。高齢化率と年平均人口増加率は、人口がきわめて少ない場合に極端な値が表れやすく、そうした値が全体の傾向の印象を歪めることを避けるため、総人口10人未満を白抜きとした。

表示モードにおいて地名検索をしたい場合は、ダウンロードモードと同様に検索ボックスに地名を入力すればよい。検索ボックスは、凡例の右側の虫眼鏡のアイコンをクリックすれば表示される。検索結果として複数の地名が表示されたらその中から目的の地名を選べば、その地名の場所が画面上に指示される。図9は、年平均人口増加率の表示モードにおいて、著名な超高層ビルの名称「台

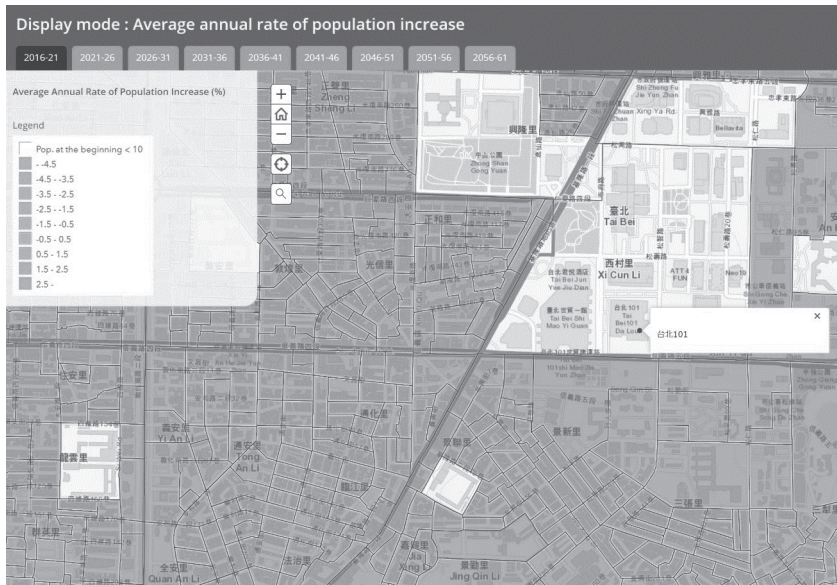


図9 表示モードにおける地名の検索結果の一例

Fig. 9 Example of results of geographical name search in display mode

北101」を入力し、その場所が指示された状態を示す。なお、表示モードからダウンロードモードに戻る場合は、画面最上部の「Small Area Population Projections for Taiwan (Download mode)」と書かれたリンクを押せばよい。

4. SAPP シリーズの課題と今後の展望

ここでは、SAPP for Taiwan を含む SAPP シリーズの課題と今後の展望について、筆者が最重要と考える一つのトピックに注目して論じたい。そのトピックとは、「小地域は、その面積が小さくなるほど人口構造に著しい偏りを生じる確率が高まり、将来人口推計が困難になる」ことである。このことは、SAPP シリーズにとどまらず小地域別将来人口推計に存在する、根本的な課題といってもよい。以下では、この課題を次の3点、すなわち、①なぜ、面積が小さくなるほど人口構造に著しい偏りを生じる確率が高まるのか、②なぜ、そのような偏りが生じると将来人口推計が困難になるのか、③そのような偏りが生じた場合の対応策について展望はあるのか、に分解して順に論じることとする。

まず①については、一言でいうと施設等居住者の人口の存在が顕在化するからに他ならない。施設等居住者の人口は、高齢者施設、学生寮、刑務所、軍隊の基地などの施設に居住する人たちの人口を指すが、米国では Group Quarters Population と呼ばれるので、以下ではその略称である GQP と呼称する。いうまでもなく、GQP は年齢構造や男女別構造が極端に偏っている場合が多い。自治体レベル以上の地域では、GQP の存在の影響は希釈されるが、小地域の場合は、面積が小さくなるほど必然的に、高齢者施設、学生寮、刑務所、軍隊の基地等のみからなる地域が出現する確率が高まり、GQP の存在が顕在化する。すなわち、人口構造に著しい偏りが生じる確率が高まることとなる。

次に②については、年齢構造や男女別構造が極端に偏っている事例で検証したい。2. で述べたように、小地域単位に出生率、死亡率、純移動率などの人口統計指標が得られることは希少であるため、SAPP シリーズでは、推計手法としてそれらの指標を必要としないコーホート変化率法を選んだ。しかし、より正確に表現するならば、SAPP シリーズはもとより小地域別将来人口推計の推

計手法としては、現在のところコーホート変化率法以外に選択肢はない。すなわち、小地域別将来人口推計を行うためにはコーホート変化率と子ども・女性比を求めることが必須条件となる。これに対して、GQPの影響により年齢構造や男女別構造が極端に偏っている場合、コーホート変化率または子ども・女性比が算出できなくなる恐れがある。たとえば、ある小地域が大学の学生寮のみからなり、15-19歳階級と20-24歳階級の人口のみ存在する場合、ゼロ除算の問題が生じるためほぼすべての年齢階級間のコーホート変化率が算出できない。また、ある地域が軍隊の基地のみからなり20歳以上の男子人口のみ存在する場合、やはりゼロ除算の問題が生じるため子ども・女性比が算出できない。このような場合、コーホート変化率または子ども・女性比に便宜的にゼロとして推計することも可能であるが、そうすると推計を繰り返すことにより次第に人口ゼロの年齢階級が増加し、最終的に当該地域の総人口がゼロになってしまうので、合理的な推計は困難と言わざるを得ない。一方、筆者が提案した平準化法を用いればゼロ除算を回避でき、つねにコーホート変化率と子ども・女性比を算出することが可能である。しかし、その平準化法を用いた場合でも、たとえば、大学の学生寮のみからなる地域において0-4歳人口が生じるなどいくつかの矛盾点が現れるため、残念ながら完全な問題解決には至らない。以上のことから、人口構造が著しく偏っている小地域では合理的な推計が非常に困難であるといわざるをえない。

最後に③について、現時点での対応策と今後の展望について述べる。②の問題を解決するためには、GQPの割合が高い小地域を何らかの形で抽出し、それらの小地域についてはコーホート変化率法とは別の手法で推計する対応策が考えられる。そのような対応策は、すでにSAPP for WAとSAPP for Taiwanで試験的に導入している。SAPP for Taiwanでは、性比が異常もしくは特定の年齢階級への集中度が極端に高い20あまりの小地域についてGQPを推定し、そのGQPの部分については将来的に一定であるとの仮定の下で推計を行った。今後の展望としては、小地域別のGQPが得られる小地域人口統計を用いて、GQPを安定的に推定する手法を確立することが急務である。そのような手法が確立でき

れば、今後は SAPP シリーズにその手法を本格的に導入したいと考える。

謝辞

SAPP for Taiwan は、米国 ESRI 社が提供する ArcGIS Online 上で動作している。このシステムの開発にあたっては、ESRI ジャパン株式会社の森本大希氏から多岐にわたるアドバイスをいただいた。本稿は、青山学院大学経済研究所の2019年度短期研究プロジェクト、ならびに、JSPS 科研費（研究代表者：井上孝，課題番号：16H03525, 20H01396）による研究成果の一部である。以上、記して感謝の意を表したい。

参考文献

- 井上 孝, 2016, 全国の小地域別将来人口推計に関するウェブシステムの開発について, ESTRELA, 262, 2-9.
- 井上 孝, 2018, 「全国小地域別将来人口推計システム」正規版の公開について, E-journal GEO, 13(1), 87-100.
- 井上 孝, 2019, 全国小地域別将来人口推計システム (バージョン 3.0). <http://arcgis/1LqC6qN>.
- 井上 孝, 2020, 「全国小地域別将来人口推計システム」バージョン 3.0 とその操作方法について, 青山経済論集, 71(4), 135-153.
- Inoue, T., 2017a, A new method for estimating small area demographics and its application to long-term population projection. Swanson, D. A. ed., *The Frontiers of Applied Demography*, Applied Demography Series 9, Switzerland: Springer, 473-489.
- Inoue, T., 2017b, *The web mapping system of small area population projections for the state of Washington*, ver.1.0. <http://arcgis/2s5i2Vk>.
- Inoue, T., 2019a, *The web system of small area population projections for the whole Japan*, ver.3.0. <http://arcgis/1GkdZTX>.
- Inoue, T., 2019b, *The web mapping system of small area population projections for Taiwan*, ver.1.0. <http://bit.ly/31bv44i>.