

小地域産業連関表作成手法の提案

菊池 悠斗¹・杉本 達哉²・高山 雄貴³・村上 大輔⁴

¹非会員 株式会社ドーコン 交通事業本部 交通部 都心交通企画室 (〒004-8585 北海道札幌市厚別区厚別中央1条5丁目4番1号)

E-mail: yk2042@docon.jp

²正会員 八千代エンジニアリング株式会社 技術開発研究所 (〒111-8648 東京都台東区浅草橋5-20-8 CSタワー)

E-mail: tt-sugimoto@yachiyo-eng.co.jp (Corresponding Author)

³正会員 東京工業大学 環境・社会理工学院 (〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1 W6-9)

E-mail: takayama.y.af@m.titech.ac.jp

⁴正会員 統計数理研究所 データ科学研究系 (〒190-8562 東京都立川市緑町)

E-mail: dmuraka@ism.ac.jp

空間解像度の細かな産業連関表 (e.g., 市町村産業連関表) は、地域経済活性化のための施策を検討するうえで、今後益々重要なデータとなる。それにも関わらず、基礎自治体のほとんどは、人的資源や予算の関係上、産業連関表を整備できていない。そこで、低コストで産業連関表を作成できる、ノンサーベイ手法の利用が期待されるものの、予測精度が課題となっている。本研究では、低コストかつ高精度で、細かな空間解像度の地域産業連関表を作成できる手法を提案した。そのために、アンサンブル学習に基づいて生産額等を予測する手法を提示した。そして、従来手法との比較から、本手法が高精度で生産額等を予測できることを示した。さらに、石川県を対象として小地域産業連関表を作成し、その特徴を述べた。

Key Words: *Input-Output table, areal interpolation, pycnophylactic property*

1. はじめに

産業連関表は、地域経済活性化のための施策を検討するうえで有用なデータである。これは、産業連関表が経済構造の把握や経済波及効果 (e.g., 生産波及構造) の分析に利用できるためである^{注1)}。近年、日常生活の基盤となる圏域 (通勤・通学圏) の維持・強化が課題^{注2)}となっていることを踏まえると、都道府県よりも細かな圏域での産業連関表が今後益々重要になってくると言える。

それにも関わらず、行政機関が作成する産業連関表は、市町村単位の表も整っておらず、全市町村のうちごく一部に限られる^{注3)}。これは、産業連関表を特別調査に基づいて精緻に作成 (i.e., サーベイ手法¹⁾) するには多大な労力を必要とし、基礎自治体の人的資源や予算の状況を踏まえると整備が困難なためである^{注4)}。

産業連関表は、ノンサーベイ手法¹⁾を用いることで、特別調査を実施せずに低コストで作成できる^{注5)}。その代表的な手法として LQ (Location Quotient) 法がある。LQ 法では、産業連関表のうち地域間交易

(i.e., 移輸出入額) を予測している²⁾。これは、産業連関表作成において、地域間交易の予測が重要な手続きとなるためである。実際、この他いくつもの地域間交易の予測方法が提案されている (e.g., Kronenberg, 2009³⁾)。しかし、このようなノンサーベイ手法による作表は予測精度が課題となっている^{1), 4)}。

ノンサーベイ手法により、産業連関表を精度良く作成するには、生産額・中間投入額・粗付加価値額・最終需要額 (以下、生産額等という) の予測精度向上が課題となる。なぜなら、これらの項目の予測誤差が、産業連関表作成で重要となる、地域間交易の予測精度に直接的に影響するためである。これは、産業連関表が行方向と列方向のバランスを保持した表であることに起因する。

しかし、生産額等の予測は、地域間交易の予測に比べて、予測方法について十分に議論が進んでいない。例えば、石川ら⁵⁾は1種類の統計データ (e.g., 就業者数) による按分によって生産額を予測している。この方法は、簡便で低コストな方法である一方で、1種類の説明変数しか扱わないため、各産業の特徴を

捉えて予測することが困難な方法と言える。加えて、これまで生産額等の予測精度の検証はほとんどされておらず、予測手法の優劣を議論することが困難な状況となっている。

そこで本研究では、低コストかつ高精度で、細かな空間解像度の地域産業連関表を作成できる手法を提案することを目的とする。そのために、複数の説明変数を反映可能かつ予測精度向上が期待できる、アンサンブル学習⁶⁾に基づく面補間法を提示する。そして、本手法により予測した生産額等を従来手法による予測結果と比較することで、本手法が高精度で地域産業連関表を作成できる手法であることを示す。さらに、実地域を対象に地域産業連関表を作成し、作表結果について説明する。

本稿の構成は以下のとおりである。第 2 章では、本研究で提案する予測手法について説明する。第 3 章では、提案手法の予測精度の検証を行う。第 4 章では、提案手法による小地域産業連関表の作成フローを提示する。そして、作成フローに基づき石川県を対象に作成した小地域産業連関表およびその特徴を第 5 章に示す。最後に、第 6 章において本論文の結論を述べる。

2. 小地域産業連関表予測手法

本研究で提案する予測手法(以下、提案手法)は、複数の比例配分モデルのアンサンブル平均(例えば、Zhou (2008)⁶⁾)によって、空間解像度の粗い産業連関表(例えば、都道府県産業連関表)から小地域産業連関表を予測する手法である。提案手法による小地域予測量は、次の手順で出力する：

1. 被説明変数と説明変数の設定
2. 説明変数毎の比例配分モデルの作成(説明変数毎に被説明変数を比例配分により細分化)
3. 比例配分モデルのアンサンブル平均により小地域予測量を決定

1 で設定した被説明変数と説明変数に基づいて、2 で求める比例配分結果 $\hat{y}_{i,k}$ を用いたアンサンブル平均(式(1))により、小地域予測量 \hat{y}_i を計算する：

$$\hat{y}_i = \sum_{k=1}^K w_k \hat{y}_{i,k} \quad (1)$$

ここで、 i は小地域、 k は説明変数、 w_k はアンサンブル平均の重み、 K は説明変数の数を表す。

(1) 被説明変数と説明変数の設定

本節では、被説明変数と説明変数の設定を行う。説明変数には各種統計調査のデータとクリギングに基づく小地域予測量の 2 種類を扱う。

a) 被説明変数

被説明変数には、既存の産業連関表(例えば、都道府県産業連関表)の実績値を設定する。具体的には、域内生産額、粗付加価値額、最終需要計、中間投入を扱う。

b) 説明変数：各種統計調査

各種統計調査から複数の説明変数を設定することで、各産業の発達や集積に関する複数の要因を考慮することが可能となる。石川・小池・上田(2001)⁵⁾による域内総生産額の予測では、“就業者数”による按分結果のみで予測していたため、産業毎の予測精度にばらつきが生じていたが、複数の説明変数を設定することで、産業毎の予測精度のばらつきを抑えることができると考えられる。例えば、各種統計調査から設定する説明変数には、“就業者数”(国勢調査)の他、“事業所数”(経済センサス-基礎調査-)、“製造品出荷額等”(工業統計調査)等が挙げられる。

c) 説明変数：クリギングに基づく小地域予測量

クリギングに基づく小地域予測量を説明変数として設定することで、空間相関を考慮することが可能となる。空間相関とは、「空間的に近接する地域で類似する傾向を持つ」性質である⁷⁾。Kyriakidis (2004)⁸⁾と村上・堤(2011)⁹⁾は、クリギングを用いた面補間法を提案し、空間相関と体積保存則を考慮することで、実用性の高いデータの空間詳細化を実現している。産業は、近接する地域で集積すると考えられ、産業連関表の各指標(例えば、域内総生産額、粗付加価値額)でも近接する地域同士で類似するものと予想できる。そこで、提案手法では、より計算効率の良い Kyriakidis (2004) を参考にし、クリギングに基づく小地域予測量を説明変数の 1 つとし、空間相関を考慮する。また、村上・堤(2011)では、小地域単位への面補間では、予測量が平滑化され、局所的な空間依存を考慮することができないことが示唆されているが、複数の説明変数の 1 つとして扱うことで、空間相関を考慮しつつ、他変数の効果により局所的な空間構造を捉えた予測が可能になると考えられる。

(2) 比例配分モデル

提案手法では、式(2)に示す比例配分モデルによって、被説明変数(既存の産業連関表の実績値) Y から説明変数毎の小地域予測量 $\hat{y}_{i,k}$ を予測する：

$$\hat{y}_{i,k} = \frac{g_{i,k}}{\sum_{i=1}^N g_{i,k}} Y \quad (2)$$

ここで、 N は小地域の数、 $g_{i,k}$ は小地域 i における説明変数 k の値を示している。

各種統計調査のデータ、クリギングによる小地域予測量の各々について、 $g_{i,k}$ の設定方法を次に示す。

a) 各種統計調査のデータ

各種統計調査のデータに基づいて計上した小地域 i における説明変数 k の値を $g_{i,k}$ として設定する。

b) クリギングに基づく小地域予測量

クリギングに基づく小地域予測量は、次のように求めることができる。まず、都道府県実績値 Y と小地域予測量 y_i の関係に式 (3) ~ (6) を仮定する：

$$Y = \sum_{i=1}^N y_i \quad (3)$$

$$y_i = \mu + s_i + \varepsilon_i \quad (4)$$

$$s_i \sim N(0, \tau^2 c(d_{i,j}; r)) \quad (5)$$

$$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2) \quad (6)$$

ここで、 s_i は空間相関パターン、 ε_i はノイズ、 τ^2, σ^2 は分散パラメータ、 d_i は小地域の重心点間の直線距離、 r は空間相関の及ぶ距離を調整するパラメータである。また、 $c(d_{i,j}; r)$ は指数減数関数であり $\exp(d_{i,j}/r)$ で与える。

上式はそれぞれ、式 (3) はクリギングによる小地域予測量の和が都道府県実績値に一致すること、式 (4) はクリギングによる小地域予測量 y_i が空間相関パターン s_i (分散： τ^2) とノイズ ε_i (分散： σ^2) の和で説明されること、式 (5) と式 (6) は空間相関パターン s_i とノイズ ε_i の各要因の影響の強さが分散パラメータ (τ^2, σ^2) で調整されることを示している。また、「距離が近いほど観測値が類似する」という空間相関を捉えるために、 s_i の共分散は小地域の重心点間の直線距離 d_i の指数減数関数で与えている。

次に、小地域予測量 y_i の期待二乗誤差 $E[(y_i - \hat{y}_i)]$ を最小化することで分散パラメータ (τ^2, σ^2) を推定する。そして、推定された分散パラメータ (τ^2, σ^2) によって小地域予測量 y_i を求める。この方法によって求められる小地域予測量 y_i は式 (3) の制約条件があるために、式 (2) を満たす重み $g_{i,k}$ が必ず存在する。なお、分散パラメータ (τ^2, σ^2) の推定には最尤法を用いる。

(3) アンサンブル平均

提案手法では、アンサンブル平均の重み w_k を決定する方法として、“誤差分散の逆数”と“LASSO 回帰”の 2 種類の方法を採用する。

a) 誤差分散の逆数

1 つ目の方法は、重み w_k に“誤差分散の逆数”を用

いる方法である。これは、Cohen et al. (2020)¹⁰⁾ により提案された、アンサンブル学習の一種である。提案手法では、式 (7) のとおり、都道府県実績値 Y と (小地域単位の) 説明変数 k の都道府県和 X_k の誤差分散 σ_k^2 を用いて重み w_k を決定する：

$$w_k = \frac{1/\sigma_k^2}{\sum_{k=1}^K 1/\sigma_k^2} \quad (7)$$

なお、提案手法では、不要な説明変数への対処として“RANK”という基準を設定する。RANK とは、各説明変数での誤差分散の逆数を計算して降順リストを作成し、設定した数だけ上位から説明変数を選択して、選択した説明変数のみの誤差分散の逆数を用いて式 (7) を計算する方法である。

b) LASSO 回帰

2 つ目の方法は、重み w_k に“LASSO 回帰”を用いる方法である。具体的には、統計解析ソフト R の ‘cv.glmnet’ 関数¹¹⁾ を使用し、10 回のクロスバリデーションにより、交差検証誤差が最小となるときのハイパーパラメータ λ を決定する。その時に各説明変数に与えられたパラメータ β_k を用いて、式 (8) のとおり重み w_k を決定する：

$$w_k = \frac{\beta_k}{\sum_{k=1}^K \beta_k} \quad (8)$$

なお、提案手法により予測する指標 (例えば、域内総生産額、粗付加価値額) は、非負である。そのため、非負条件付き LASSO 回帰として予測を行う必要があり、クロスバリデーションによる β_k が負値となる場合は、0 とすることで非負制約を満たす。また、全ての説明変数の w_k が ‘0’ として与えられた場合、小地域予測量を求めることが不可能となるため、全ての説明変数に対して均等となるように $w_k = 1/K$ とする。

3. 提案手法の予測精度検証

本章では、提案手法の予測精度を検証し、提案手法の小地域産業連関表作成手法としての実用性を確認する。予測精度の検証は、小地域産業連関表の内、市町村産業連関表を対象とした予測を都道府県産業連関表の細分化により実施する。予測精度の検証は、“誤差分散の逆数”と“LASSO 回帰”の両方 (以下、提案手法 (誤差分散の逆数)、提案手法 (LASSO 回帰)) で実施する。

(1) 被説明変数

被説明変数には、都道府県産業連関表を使用する。

表-1 13 産業部門分類

産業区分	国勢調査大分類
01 農林漁業	A 農業, 林業, B 漁業
02 鉱業	C 鉱業, 採石業, 砂利採取業
03 製造業	E 製造業
04 建設	D 建設業
05 電力・ガス・水道	F 電力・ガス・熱供給・水道業
06 商業	I 卸売業, 小売
07 金融・保険	J 金融業, 保険業
08 不動産	K 不動産業, 物品賃貸業
09 運輸・郵便	H 運輸業, 郵便業
10 情報通信	G 情報通信業
11 公務	S 公務(他に分類されるものを除く)
12 サービス	L 学術研究, 専門・技術サービス業, M 宿泊業, 飲食サービス業, N 生活関連サービス業, 娯楽業, O 教育, 学習支援業, P 医療, 福祉, Q 複合サービス事業, R サービス業(他に分類されないもの)
13 分類不明	T 分類不能の産業

表-2 説明変数

	説明変数	出典	産業毎データ
01	就業者数	国勢調査(2015)	○
02	事業所数	経済センサス(基礎調査)(2016)	×
03	付加価値額	国勢調査(2015)	○
04	総人口	国勢調査(2015)	○
05	製造品出荷額等	工業統計調査(2015)	×
06	商業年間商品販売額	経済センサス(活動調査)(2016)	×
07	鉱区面積	国土数値情報(1984)	×
08	発電最大出力	国土数値情報(2013)	×
09	クリギング	-	○

使用する産業連関表は、2015年に作成された13部門分類表(表1)を使用する。ただし、奈良県では、2015年に産業連関表が公表されていないため、奈良県のみ2011年産業連関表を使用することとする。

(2) 説明変数

説明変数には、クリギングを含む9種類の説明変数を設定する(表2)。説明変数の内、“就業者数”、“事業所数”、“付加価値額”は、産業別のデータが公表されているため、予測産業に合わせて、都度設定するデータを変更している。また、“製造品出荷額等”、“商業年間商品販売額”、“鉱区面積”、“発電最大出力”は、それぞれ製造業、商業、鉱業、電力・ガス・水道に特化した説明変数として、予測に対して好影響を与えると考え、設定している。

表-3 比較対象地域

	都道府県	市町村	県庁所在地	政令市
1	埼玉県	さいたま市	○	○
2	神奈川県	横浜市	○	○
3	神奈川県	川崎市	×	○
4	神奈川県	相模原市	×	○
5	岐阜県	郡上市	×	×
6	兵庫県	神戸市	○	○
7	福岡県	福岡市	○	○
8	沖縄県	那覇市	○	×

表-4 都道府県のグループ化

グループ1	グループ2	グループ3	グループ4
北海道	東京都	滋賀県	香川県
青森県	神奈川県	京都府	愛媛県
岩手県	新潟県	大阪府	高知県
宮城県	富山県	兵庫県	福岡県
秋田県	石川県	奈良県	佐賀県
山形県	福井県	和歌山県	長崎県
福島県	山梨県	鳥取県	熊本県
茨城県	長野県	島根県	大分県
栃木県	岐阜県	岡山県	宮崎県
群馬県	静岡県	広島県	鹿児島県
埼玉県	愛知県	山口県	沖縄県
千葉県	三重県	徳島県	

(3) 精度検証対象都市

予測精度の検証都市には、表3に示す8市を設定している。いずれも特別調査を実施の上、産業連関表を作成している市である。ただし、神戸市では一部産業区分が異なっているため、鉱業の予測精度検証では、神戸市を除く7市を用いる。

(4) クロスバリデーションによる予測

本研究では、クロスバリデーションを用いた予測結果に基づいて、予測精度の検証を行う。具体的には、都道府県を4グループに分割(表4)する。クロスバリデーションでは、training data に対する誤差最小化を行い、得られたアンサンブル平均の重み w_k を用いて test data の予測値を決定する。例えば、test data がグループ1、training data がグループ2, 3, 4の場合、最初に training data (グループ2, 3, 4)の予測を行い、この時得られた説明変数を test data (グループ1)に適用して、予測値を決定する。同様の手順を繰り返し、全てのグループの予測を完了し、予測精度の検証を実施する(図1)。

(5) 予測精度の検証方法

予測精度は、市町村産業連関表の実績値と提案手法による予測値との間の二乗平均平方根誤差 RMSE を百分率表記にしたもの(%RMSE)を使用する。

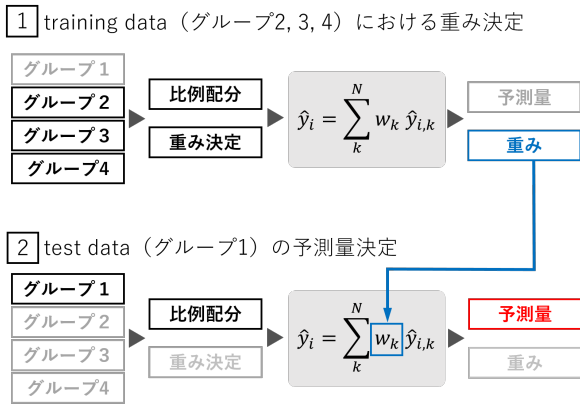


図-1 クロスバリデーション

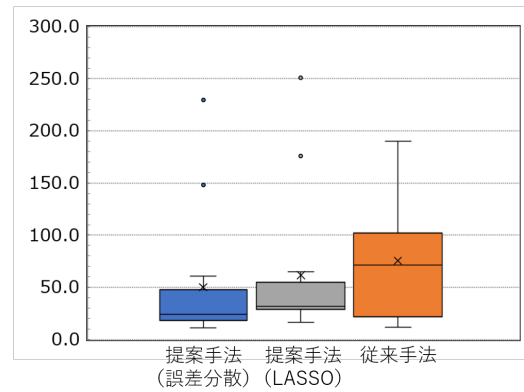


図-4 最終需要計

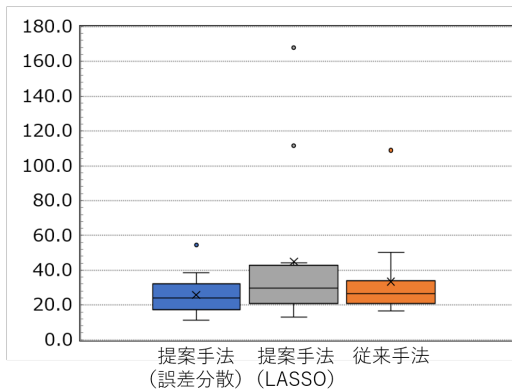


図-2 域内総生産額

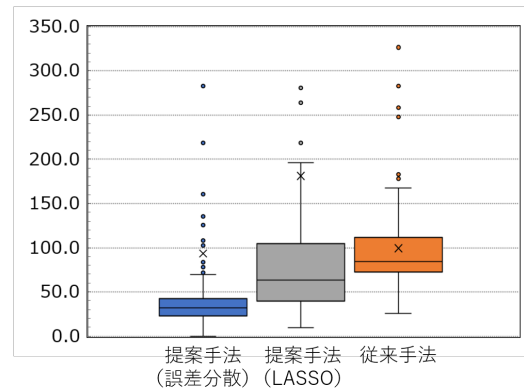


図-5 中間投入

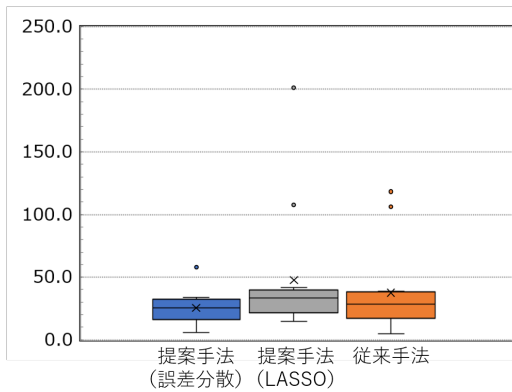


図-3 粗付加価値額

%RMSE は、以下の式 (9) 及び式 (10) によって計算できる。なお、 y_i は市町村 i の実績値、 n は比較対象市町村数、 \bar{y} は市町村平均実績値である：

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad (9)$$

$$\%RMSE = \frac{RMSE}{\bar{y}} \times 100 \quad (10)$$

予測誤差 %RMSE の値が小さいほど、予測精度が高いと判断できる一方、予測精度の良し悪しを判断する明確な基準がない。従って、石川・小池・上田 (2001)

によるノンサーベイ法 (以下、従来手法) を用いた場合の予測結果を基準として、提案手法による予測精度を評価し、小地域産業連関表予測手法としての実用性を検証する。

(6) 予測精度検証

本研究では、産業連関表の指標の内、“域内総生産額”、“粗付加価値額”、“最終需要計”、“中間投入”の予測を行った。

a) 予測精度

図 2～5 は、それぞれ“域内総生産額”、“粗付加価値額”、“最終需要計”及び“中間投入”の産業別予測における誤差のばらつきを示している。

従来手法では、“域内総生産額”と“粗付加価値額”の予測では、誤差及びそのばらつきが小さいが、“最終需要計”、“中間投入”ではばらつきが大きくなった。一方、提案手法 (誤差分散の逆数) では、予測対象指標に関係なく、誤差が小さく、かつ産業毎のばらつきも小さく、従来手法以上の高い精度となっており、提案手法 (誤差分散の逆数) の実用性が高いことが明らかとなる。提案手法 (LASSO 回帰) では、“域内総生産額”、“粗付加価値額”、“最終需要計”では、

表-5 域内総生産額 予測結果

(単位：%)

産業 (13 部門)	提案手法		従来手法
	誤差分散の逆数	LASSO 回帰	
農林漁業	28.9	38.4	21.5
鉱業	54.4	168.0	108.9
製造業	19.4	18.6	50.4
建設	16.6	12.9	18.1
電力・ガス・水道	35.2	41.5	36.0
商業	13.5	22.9	28.6
金融・保険	38.6	26.0	32.1
不動産	11.3	13.9	16.6
運輸・郵便	22.7	29.8	30.7
情報通信	28.7	31.6	20.8
公務	24.9	44.1	20.6
サービス	18.1	23.6	22.5
分類不明	24.0	111.6	26.6

表-6 粗付加価値額 予測結果

(単位：%)

産業 (13 部門)	提案手法		従来手法
	誤差分散の逆数	LASSO 回帰	
農林漁業	31.4	33.5	31.6
鉱業	58.1	201.3	106.3
製造業	6.0	20.9	19.6
建設	10.3	14.5	4.8
電力・ガス・水道	24.4	41.5	32.6
商業	18.9	33.9	28.3
金融・保険	33.9	22.0	38.1
不動産	12.9	16.6	15.0
運輸・郵便	25.5	29.2	18.5
情報通信	29.8	34.1	38.8
公務	25.8	38.2	19.7
サービス	22.0	24.8	16.2
分類不明	32.9	107.5	118.2

誤差、ばらつき共に小さいが、誤差分散の逆数を用いた場合よりも精度が低い。また、“中間投入”の予測では、従来手法以上に誤差のばらつきが大きくなっており、提案手法(誤差分散の逆数)以上の実用性が確かめられなかった。

b) 提案手法で精度が高くなる要因

従来手法では、都道府県産業連関表の投入係数を基にして、小地域の中間投入を予測している。そのため、都道府県と小地域の有する投入構造が同一であるという前提条件が伴うため、投入係数の予測精度が産業によりばらつきが生じたものと考えられる。また、域内総生産額の予測では、“就業者数”の按分により小地域予測量を出力しているが、従来手法のばらつきは提案手法と大差ない。しかし、誤差に着目すると、僅かに提案手法(誤差分散の逆数)を用いたときのほうが精度が高いことがわかる。

これらの性質は域内総生産額における各手法・産業ごとの予測結果を示した表 5 から明らかであり、1つの説明変数ではなく、複数の説明変数を設定することで各産業に応じたものを設定することが可能となり、予測精度が向上したと推察できる。(なお、表 6, 7 は粗付加価値額と最終需要計、表 8, 9, 10 は中間投入の提案手法(誤差分散の逆数、LASSO 回帰)及び従来手法による結果を示している。)例えば、製造業の場合、従来手法では誤差が他産業に比べて、やや大きくなっている一方、提案手法(誤差分散の逆数)を用いることで誤差が大きく削減されている。

表 11 は、誤差分散の逆数によって決定された各グループ・説明変数毎の重み w_k である。全てのグループにおいて、“製造品出荷額等”のみに対して重み w_k が与えられており、製造業に特化した説明変数を投入したことで提案手法による予測結果が向上したも

表-7 最終需要計 予測結果

(単位：%)

産業 (13 部門)	提案手法		従来手法
	誤差分散の逆数	LASSO 回帰	
農林漁業	60.9	65.0	21.9
鉱業	229.7	250.8	190.1
製造業	19.5	40.5	93.8
建設	14.0	16.4	11.8
電力・ガス・水道	34.8	33.8	106.7
商業	19.3	31.7	72.7
金融・保険	28.4	29.2	52.9
不動産	10.8	28.4	22.1
運輸・郵便	24.8	29.3	18.5
情報通信	24.3	31.7	97.6
公務	16.9	44.3	71.2
サービス	19.5	24.8	43.6
分類不明	148.3	176.0	178.3

のと捉えられる。

表 12 は、13 産業の中で誤差が最小となった不動産における誤差分散の逆数により決定されたアンサンブル平均の重み w_k を示している。不動産では、製造業のように産業に特化した説明変数を設定していないが、複数変数の組み合わせにより予測精度が高まることがわかる。従って、単一の変数による予測ではなく、複数の説明変数による予測を行う本提案手法の方が各産業に対応した予測が可能であり、その中でも“誤差分散の逆数”による重み決定が実用であることがこの結果から改めて確認できる。

しかし、一部の産業、例えば、鉱業では予測結果が他の産業に比べて、いずれの手法においても誤差が大きくなる傾向にある。鉱業は、他の産業とは異なり、就業者数や人口が多い地域ではなく、埋蔵鉱物等、自然環境に大きく影響を受けると推測でき、

表-8 中間投入 提案手法 (誤差分散の逆数)

(単位：%)

	農 林 漁 業	鉱 業	製 造 業	建 設	電 力 ・ ガ ス ・ 水 道	商 業	金 融 ・ 保 険	不 動 産	運 輸 ・ 郵 便	情 報 通 信	公 務	サ ー ビ ス	分 類 不 明
農林漁業	41.0	59.6	71.1	49.2	-	48.4	-	38.8	160.5	-	61.0	18.0	-
鉱業	218.7	8123.3	111.1	73.5	46.5	27.7	84.0	32.4	42.0	—	83.4	29.5	36.5
製造業	41.6	69.6	32.1	11.7	38.1	41.2	28.7	22.5	27.3	30.0	40.7	11.3	29.2
建設	38.4	282.8	37.9	38.8	28.2	45.7	24.0	14.4	23.1	29.7	42.2	24.1	-
電力・ガス・水道	25.6	135.2	42.3	22.5	35.5	19.4	12.9	41.1	23.7	51.8	61.0	17.1	78.2
商業	24.1	47.9	13.4	13.0	29.2	40.8	36.5	21.9	56.3	24.2	34.8	6.0	41.7
金融・保険	30.8	59.8	9.8	15.8	33.0	22.4	33.8	9.8	32.2	31.9	43.1	8.3	24.3
不動産	22.7	69.5	7.8	35.3	34.6	31.8	24.9	24.4	47.9	20.1	52.0	32.8	32.8
運輸・郵便	29.7	108.0	4.0	20.0	27.6	49.7	29.8	36.5	39.3	52.5	40.3	19.0	25.7
情報通信	18.1	102.4	17.5	7.3	24.2	24.3	28.2	30.7	23.5	37.1	47.7	16.1	25.3
公務	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27.5
サービス	46.7	65.4	20.9	16.8	33.2	30.4	28.2	23.7	23.2	25.4	33.8	30.3	32.7
分類不明	37.7	125.8	15.5	11.8	43.9	17.8	17.1	33.0	29.4	35.6	33.6	13.8	-

表-9 中間投入 提案手法 (LASSO 回帰)

(単位：%)

	農 林 漁 業	鉱 業	製 造 業	建 設	電 力 ・ ガ ス ・ 水 道	商 業	金 融 ・ 保 険	不 動 産	運 輸 ・ 郵 便	情 報 通 信	公 務	サ ー ビ ス	分 類 不 明
農林漁業	68.7	70.3	98.0	114.5	-	130.3	-	125.3	196.0	-	115.9	42.8	-
鉱業	218.7	14759.0	159.9	116.1	124.6	134.4	154.8	120.2	132.0	-	116.3	264.1	134.8
製造業	59.2	43.3	33.6	19.2	56.1	49.6	34.4	52.2	37.8	32.0	62.3	15.3	69.3
建設	60.7	280.6	119.6	122.3	66.4	130.3	110.1	123.0	133.2	96.9	122.1	118.6	-
電力・ガス・水道	27.0	372.5	73.8	92.1	123.9	73.8	44.0	41.1	80.7	44.9	88.2	25.0	125.5
商業	48.0	22.3	82.2	49.0	33.0	49.6	35.3	108.4	108.8	34.6	65.3	14.9	110.3
金融・保険	44.5	29.1	57.3	91.5	87.3	39.0	34.4	83.9	53.5	26.6	50.3	20.2	64.8
不動産	39.4	87.6	24.0	45.9	33.1	32.9	26.7	24.3	58.8	25.1	53.4	38.4	42.8
運輸・郵便	41.7	100.5	115.7	70.2	91.1	87.8	9.8	118.7	55.0	53.0	71.7	84.9	48.9
情報通信	79.4	1001.1	94.1	102.6	97.4	39.9	21.0	31.4	36.1	34.8	56.0	29.1	118.0
公務	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	86.6
サービス	67.5	69.4	62.4	52.5	45.2	34.5	29.6	23.0	48.1	31.8	60.0	33.1	100.4
分類不明	70.3	360.6	80.4	59.7	50.5	62.4	77.5	103.0	38.1	74.2	76.6	54.0	-

今回設定した変数では他産業のような高精度予測とならなかったと推察できる。また、鉱業に関しては、特化したデータが現在殆ど集計されていないことも鉱業の高精度予測化が難しい要因となる。

また、提案手法 (LASSO 回帰) では、分類不明の予測精度も低くなっている。表 13 は域内総生産額 (分類不明) における LASSO 回帰を用いた重み決定の結果を示している。これより、“クリギング” に対する

重みが集中していることが要因として挙げられる。実際、村上・堤 (2011) では、“クリギング” による小地域単位への面補間では予測結果が平滑化することが示唆されており、提案手法においても“クリギング” に重み w_k が集中してしまうことにより、小地域予測結果が平滑化され、予測精度が低下することが推察できる。

以上のように、同一説明変数下において、重みの

表-10 中間投入 従来手法 (Non-Survey 手法)

(単位：%)

	農 林 漁 業	鉱 業	製 造 業	建 設	電 力 ・ ガ ス ・ 水 道	商 業	金 融 ・ 保 険	不 動 産	運 輸 ・ 郵 便	情 報 通 信	公 務	サ ー ビ ス	分 類 不 明
農林漁業	70.0	286.3	100.5	107.6	—	98.0	—	129.7	355.8	—	112.1	93.8	—
鉱業	248.1	282.8	114.6	111.8	157.6	97.9	178.1	115.6	105.9	—	100.0	258.3	130.9
製造業	79.0	111.1	87.7	76.2	103.8	74.5	107.4	79.7	58.4	101.9	62.8	79.0	119.7
建設	40.6	326.4	72.1	51.5	55.6	59.6	25.3	43.3	31.5	49.8	42.6	31.0	—
電力・ガス・水道	67.2	160.2	67.8	72.5	85.1	73.5	94.2	83.7	86.6	145.1	71.2	73.1	136.7
商業	49.6	124.7	70.9	74.6	114.2	73.1	105.6	79.5	79.0	104.4	54.5	71.7	118.9
金融・保険	58.7	94.7	83.9	78.8	92.7	72.5	111.3	86.2	84.6	127.2	59.4	72.3	123.6
不動産	77.7	86.8	69.1	70.8	102.9	69.1	93.1	78.7	82.3	107.8	72.0	75.9	129.1
運輸・郵便	63.2	395.7	81.9	84.3	117.7	96.1	113.4	95.8	117.0	137.8	62.1	81.9	121.2
情報通信	66.5	167.5	84.3	80.0	90.6	72.7	105.5	76.6	67.8	124.4	54.5	74.8	122.4
公務	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	131.3
サービス	66.4	123.4	87.4	79.0	84.0	72.1	108.5	78.0	61.6	123.1	57.8	85.3	120.1
分類不明	55.4	182.9	74.3	76.4	85.7	72.9	102.3	80.9	90.0	98.0	67.6	77.6	—

表-11 提案手法 (誤差分散の逆数) による域内総生産額 (製造業) の w_k

	Group1	Group2	Group3	Group4
就業者数	0	0	0	0
事業所数	0	0	0	0
付加価値額	0	0	0	0
総人口	0	0	0	0
製造品出荷額等	1.000	1.000	1.000	1.000
商業年間商品販売額	0	0	0	0
鉱区面積	0	0	0	0
発電最大出力	0	0	0	0
クリギング	0	0	0	0

表-13 提案手法 (LASSO 回帰) による域内総生産額 (分類不明) の w_k

	Group1	Group2	Group3	Group4
就業者数	0	0	0	0
事業所数	0	0	0	0
付加価値額	0	0	0	0
総人口	0.067	0.092	0.096	0.046
製造品出荷額等	0	0.016	0	0.0002
商業年間商品販売額	0.005	0.010	0.005	0.006
鉱区面積	0	0	0	0
発電最大出力	0	0	0	0
クリギング	0.928	0.883	0.899	0.949

表-12 提案手法 (誤差分散の逆数) による域内総生産額 (不動産) の w_k

	Group1	Group2	Group3	Group4
就業者数	0.418	0.164	0.289	0.423
事業所数	0.270	0.103	0.506	0.272
付加価値額	0.105	0.056	0.064	0.098
総人口	0.122	0.635	0.091	0.130
製造品出荷額等	0	0	0	0
商業年間商品販売額	0	0.0042	0.051	0.078
鉱区面積	0	0	0	0
発電最大出力	0	0	0	0
クリギング	0.086	0	0	0

決定方法が違うことにより、精度の相違が生じることが明らかとなった。本提案手法の場合、既に述べたように“誤差分散の逆数”による予測結果が産業毎のばらつきが小さく、かつ高精度の予測が可能とな

り、従来手法と比較しても実用性の高い小地域産業連関表予測手法といえる。

4. 提案手法による小地域産業連関表の作成

本章では、提案手法による小地域産業連関表の作成フローを示す。なお、アンサンブル平均の重みには、“誤差分散の逆数”を用いることとする。

産業連関表の作成にあたり、産業連関表の縦方向の総和 (中間投入と粗付加価値額) 及び横方向の総和 (中間投入, 最終需要, 移輸出入) がいずれも域内総生産額に等しくなる必要がある。そこで、本研究では、以下の3つの手順で産業連関表の予測を実施する (図6)。なお、“域内総生産額”を“中間投入”と“粗付加

1

	中間投入				最終需要	移出入	生産額
	1	...	s	計			
中間投入	1	X_{11}	...	X_{1s}	Y_1	E_1	P_1

	s	X_{s1}	...	X_{ss}	Y_t	E_t	P_t
粗付加価値額	V_1 ... V_s						
生産額	P_1 ... P_s						

2

	中間投入				最終需要	移出入	生産額
	1	...	s	計			
中間投入	1	X_{11}	...	X_{1s}	Y_1	E_1	P_1

	s	X_{s1}	...	X_{ss}	Y_t	E_t	P_t
粗付加価値額	V_1 ... V_s						
生産額	P_1 ... P_s						

3

	中間投入				最終需要	移出入	生産額
	1	...	s	計			
中間投入	1	X_{11}	...	X_{1s}	Y_1	E_1	P_1

	s	X_{s1}	...	X_{ss}	Y_t	E_t	P_t
粗付加価値額	V_1 ... V_s						
生産額	P_1 ... P_s						

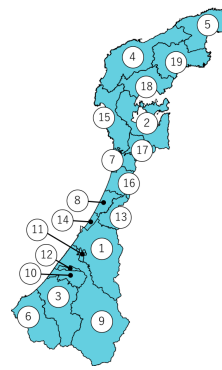
図-6 小地域産業連関表の作成フロー

“粗付加価値額”の総和により求めた場合でも、提案手法により“域内総生産額”を直接予測した場合と殆ど予測精度に相違がない。

1. 提案手法により、“中間投入”、“粗付加価値額”、“最終需要計”を予測する。
2. 1. で予測した“中間投入”と“粗付加価値額”との総和により、産業別域内総生産額を算出する。
3. 2. で算出した“域内総生産額”と1. で予測した“中間投入”と“最終需要計”との差により、“移出入”を求め、産業連関表を完成させる。

5. 石川縣市町産業連関表の作成

本稿では、提案手法を用いて作成することができる小地域産業連関表の一例として、石川縣市町産業連関表を作成し、提案手法により作成される産業連関表について説明する。なお、石川縣市町産業連関表は、4章の通りに作成した。作成対象となる石川縣市町は、以下の図7の通りである。なお、作成した産業連関表の一例として、石川県金沢市と輪島市



1	金沢市	11	野々市市
2	七尾市	12	川北町
3	小松市	13	津幡町
4	輪島市	14	内灘町
5	珠洲市	15	志賀町
6	加賀市	16	宝達志水町
7	羽咋市	17	中能登町
8	かほく市	18	穴水町
9	白山市	19	能登町
10	能美市		

図-7 石川縣市町

の産業連関表を付録6の表14及び表15に示した。

(1) 石川縣市町の生産額

提案手法では、域内総生産額の予測において、従来手法よりも予測精度が高いことが明らかになっており、より正確な生産額を把握することが可能である。そこで、石川縣市町の域内総生産額に着目したい。図8, 9, 10, 11は13部門産業の内、農林漁業、製造業、電力・ガス・水道、商業における石川県各市町内総生産額の県内額に占める割合を示したものである。農林漁業(図8)は、金沢市での割合が高くなっている一方、金沢市のみには集中するのではなく、農林漁業の発達した白山市、漁業が盛んである能登地方の穴水町、輪島市、七尾市での生産額の割合が高くなっている。製造業(図9)では、白山市や小松市、金沢市、能美市での生産額の割合が高くなっている。これらの市町はいずれも石川県南部の加賀地方に位置しており、高速道路や空港(小松市)、鉄道網があることから発達しやすい地域といえる。電力・ガス・水道(図10)では小松市に占める割合が高くなっており、これは小松市に火力発電所があることによるものと考えられる。同様にして、現在は稼働していないものの原子力発電所(志賀町)があることから、志賀町での割合も高くなっている。商業(図11)では、県庁所在地である金沢市での占める割合が高くなっている。商業の他にも、不動産や運輸・郵便、情報通信等第三次産業に含まれる産業では、金沢市の占める割合が高くなっており、直観と合う生産額の予測結果となっている。

(2) 石川縣市町の生産波及構造

従来手法では、投入係数を都道府県表のものを用いて中間投入を予測しているため、小地域ごとの投入構造を捉えることが困難であった。一方、提案手法では、小地域の各中間投入を個別に予測することが可能となるため、小地域ごとの投入構造を捉える

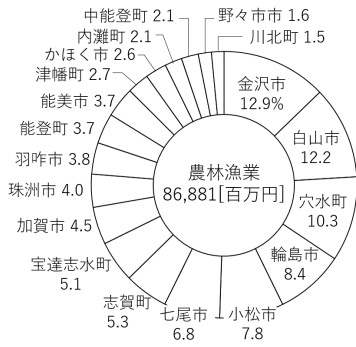


図-8 農林漁業の域内総生産額

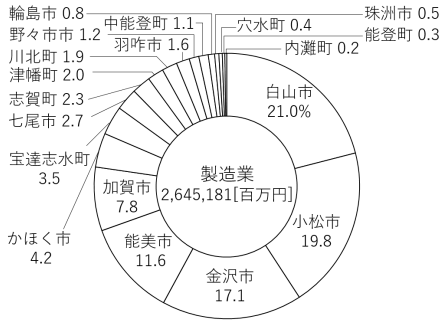


図-9 製造業の域内総生産額

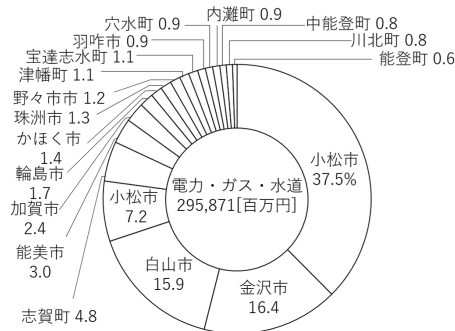


図-10 電力・ガス・水道の域内総生産額

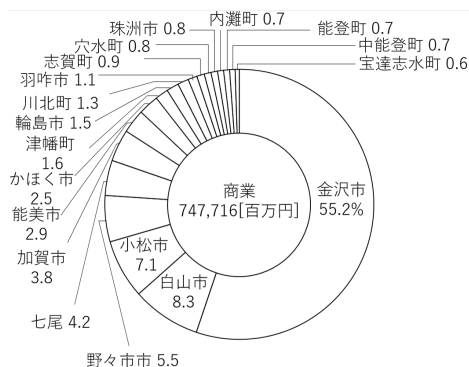


図-11 商業の域内総生産額

ことが可能となる。図 12 は、金沢市と輪島市を例に、作成された中間投入から計算される逆行列係数の列和を示したものである。この値が大きいほど、

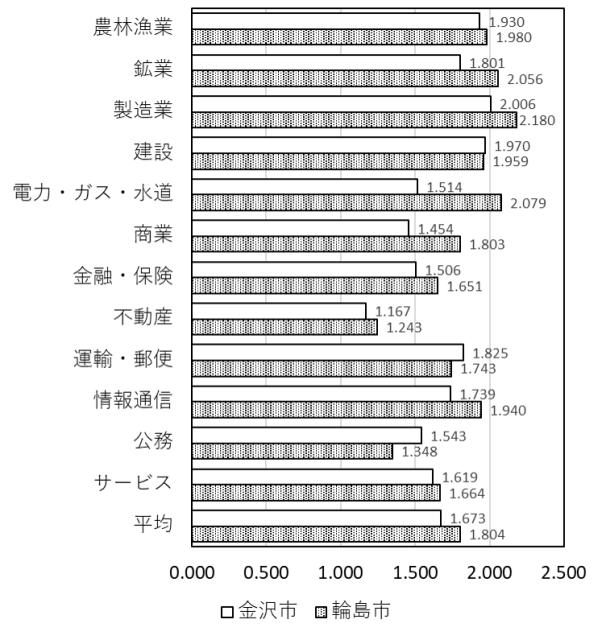


図-12 生産波及 (金沢市と輪島市)

その産業が地域内の各産業に与える影響が大きいと判断することができる。図 12 より、2 都市が有する生産波及は全く異なっており、小地域の持つ生産波及構造は都道府県の持つ生産波及構造と同じであるという前提条件が伴う従来手法は中間投入の予測には適していないといえる。各市の値に着目すると、輪島市での生産波及の値に着目すると、殆どの産業において金沢市の持つ値よりも大きくなっており、輪島市の産業が市内の他産業に与える影響力が強く、地域産業が密接に関係していることが読み取れる。このように、提案手法で作成された小地域産業連関表は、各小地域の生産構造をより詳細に捉えることが可能になる。

6. おわりに

本研究では、面補間に複数の変数を反映可能とすることで、低コストかつ高精度で細かな空間解像度の地域産業連関表を作成できる手法を提案した。具体的には、以下の手順のみで予測可能な手法を示した:

1. 既存の空間解像度の粗い産業連関表の値 (e.g., 都道府県表の生産額) を被説明変数、各種統計調査に基づいた複数のデータを説明変数に設定
2. 説明変数毎に被説明変数を比例配分により細分化
3. 細分化結果を用いたアンサンブル平均により小地域の値 (e.g., 市町村表の生産額) を予測

そして、従来手法の予測結果との比較から、誤差分散の逆数を用いてアンサンブル平均を行うことで、従来よりも高い精度で予測できることを示した。さらに、石川県を対象にして、実際に細かな空間解像度の地域産業連関表 (i.e., 市町村産業連関表) が作成できることを示した。

提案手法によって、高い精度で小地域産業連関表を作成できることを示したものの、移輸出入額の予測に課題がある。本提案手法は、細分化後の予測値の総和が細分化前の実績値と一致するといった、体積保存則を満たす手法である。しかし、移輸出入額は、空間解像度を細かくした場合、移輸出入額が新たに生じるため (e.g., 都道府県表から市町村表を作成する場合、都道府県内の市町村間の移出入額が新たに生じる)、体積保存則が成立せず本手法を適用できない。この課題の解決の方向性として、先行研究の地域間取引の予測手法⁴⁾を活用することが考えられる。

今後の展望として、本提案手法によって作成する全国市町村産業連関表の公開がある。現状も全国市町村産業連関表を作成している事例¹²⁾は存在する。しかし、作表に関する予測精度 (e.g., サーベイ手法によって作成された市町村表との誤差) が不明であり、表を利用するための判断材料が不足していると考えられる。このため、作表に関する予測精度の検証結果と併せてデータ公開することは基礎自治体にとって有用な情報提供になりうる。今後、そのようなデータ公開を実施したい。

さらに、本手法を用いることで、データが存在していれば、市町村よりも空間解像度の細かい表を容易に作成することも可能である。このような細かい表ができれば、地域活性化のための施策検討に有用な情報となり得る。そのためには今後のデータの拡充が望まれる。

付録 金沢市・輪島市の産業連関表

本稿で提案した手法により作成した金沢市・輪島市の産業連関表は、表 14, 15 の通りである。

NOTES

注1) 環境省：地域経済循環分析、環境省ホームページ、<http://chiikijunkan.env.go.jp/manabu/bunseki/> (閲覧日：2024年2月19日)。

注2) 国土交通省：国土の長期展望専門委員会 (第13回)

配付資料 2-1 地域生活圏について、2021。

注3) 環太平洋産業連関分析学会：学会ホームページ、<https://www.gakkai.ne.jp/papaios/iotable-m.html> (閲覧日：2024年2月19日)

注4) 兵法・菊池¹³⁾は、基礎自治体単位の地域産業連関表の作成実績の状況と行政職員数から、地域産業連関表の作成負担率を算出している。これに基づき、9割以上の基礎自治体は単独で作表することが困難であると指摘している。

注5) 実際、ノンサーベイ手法により全国の市町村産業連関表を作成している事例が存在する¹²⁾。しかし、作表に関する精度検証は実施されていない。

REFERENCES

- 1) 石川良文：日本の地域産業連関表作成の現状と課題、産業連関、Vol.23, No.1-2, pp.3-17, 2016
- 2) Miller, R.E. and Blair, P.D.: *Input-Output Analysis Foundations and Extensions*, Cambridge University Press, 2009.
- 3) Kronenberg, T.: Construction of regional input-output tables using nonsurvey methods: The role of cross-hauling, *International Regional Science Review*, Vol.32, No.1, pp.44-64, 2009.
- 4) 内田瑞生：ノンサーベイ手法の精度向上のための都道府県産業連関表の移出入に関する相関分析、第34回環太平洋産業連関分析学会全国大会、2023.
- 5) 石川良文, 小池淳司, 上田孝行: Non-Survey 手法による都市圏産業連関表の作成, 土木学会第56回年次学術講演会, 2001.
- 6) Zhou Z.-H: Ensemble learning, *Machine Learning*, pp.101-128, 2008.
- 7) 瀬谷・堤：空間統計学-自然科学から人文・社会科学まで-, 朝倉書店, 東京, 2014.
- 8) Kyriakidis, P. C.: A geostatistical framework for area - to - point spatial interpolation, *Geographical Analysis*, Vol.36, No.3, pp.259-289, 2004.
- 9) 村上大輔, 堤盛人: Kriging を用いた実用的な面補間法, GIS-理論と応用, Vol.19, No.2, pp.59-69, 2011.
- 10) Cohen, S., Mduvha, R., Marwala, T., Deisenroth, M.P.: Healing products of Gaussian processes, *Proceedings of the 37th International Conference on Machine Learning*, No.193, pp.2068-2077, 2020.
- 11) Friedman, J., Hastie, T., Tibshirani, R., Narasimhan, B., Tay, K., Simon, N., Qian, J., and Yang, J.: Lasso and elastic-net regularized generalized linear models, *The Comprehensive R Archive Network*, 2023, <https://cran.r-project.org/web/packages/glmnet/index.html>, (2024/01/15).
- 12) 法政大学日本統計研究所：全市区町村産業連関表 (平成23年表) の推計, 研究所報, No.51, pp.1-30, 2019.
- 13) 兵法 彩, 菊池 康紀：市町村産業連関表の作成・応用実態に基づく作表フローの構築, 日本 LCA 学会誌, Vol.17, No.3, pp.174-192, 2021.

(Received ??? ?? 202?)

(Accepted ??? ?? 202?)

表-14 2015 年金沢市産業連関表

(単位：十億円)

	中間投入													最終 需要計	移 輸 出 入	域 内 総 生 産 額
	農 林 漁 業	鉱 業	製 造 業	建 設	電 力 ・ ガ ス ・ 水 道	商 業	金 融 ・ 保 険	不 動 産	運 輸 ・ 郵 便	情 報 通 信	公 務	サ ー ビ ス	分 類 不 明			
農林漁業	841.5	0.0	10370.5	286.3	0.0	42.0	0.0	0.4	5.2	0.0	10.0	8207.5	0.0	13206.5	-21849.8	11120.1
鉱業	0.1	0.0	710.4	1440.4	8521.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	18.1	3.2	240.9	-10600.7	338.3
製造業	2548.8	54.3	166043.1	88494.0	39.6	14092.8	5808.4	671.7	30412.3	14537.8	12625.1	138900.2	1160.1	687359.0	-710230.5	452516.8
建設	29.7	1.7	225.7	129.4	1334.7	856.3	427.3	2409.6	1141.4	523.1	1770.7	1890.6	0.0	295207.3	-874.2	305073.4
電力・ガス・水道	105.6	9.5	6999.9	843.8	63.7	8648.6	1272.9	795.3	2959.7	1761.9	3618.4	22650.0	133.9	31841.7	-33076.8	48628.2
商業	621.8	10.0	20859.6	16439.8	484.1	4089.9	1099.2	292.1	6910.3	2542.8	2213.8	40764.5	185.0	495270.6	-179167.8	412615.9
金融・保険	96.0	21.5	3097.8	3946.1	17.1	7095.4	9411.3	21697.6	3998.1	1114.9	4932.0	11382.1	60.9	124229.8	7128.1	198228.8
不動産	20.8	2.3	1084.5	860.6	124.5	9736.2	2857.8	8303.9	2858.2	4046.0	392.9	11004.1	806.5	314025.5	-3619.5	352504.1
運輸・郵便	849.8	25.9	10450.8	13151.9	1634.7	20296.5	7189.5	483.2	16607.3	5639.5	7755.5	27203.1	1937.9	166962.5	-77604.3	202583.9
情報通信	48.1	1.2	3663.2	2520.7	1225.3	13899.9	11107.5	340.6	1632.7	38650.2	8162.2	34761.1	1535.5	217917.3	-96769.1	238696.3
公務	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5236.0	187331.2	19670.5	212237.7
サービス	336.1	22.6	15207.2	28578.2	88.9	30843.1	20100.9	4140.4	27416.0	33874.0	25506.6	95665.9	1191.0	960443.9	-117147.7	1126267.1
分類不明	71.5	4.3	1818.2	4305.8	367.2	2732.8	941.5	329.9	1248.9	550.4	154.2	5172.3	0.0	160.8	3809.8	21667.8
租付加価値額	5550.2	184.8	211985.8	144076.4	34727.5	300280.7	138012.3	313039.4	107394.0	135455.7	145093.1	728644.7	9417.7			
域内総生産額	11120.1	338.3	452516.8	305073.4	48628.2	412615.9	198228.8	352504.1	202583.9	238696.3	212237.7	1126267.1	21667.8			

表-15 2015 年輪島市産業連関表

(単位：十億円)

	中間投入													最終 需要計	移 輸 出 入	域 内 総 生 産 額
	農 林 漁 業	鉱 業	製 造 業	建 設	電 力 ・ ガ ス ・ 水 道	商 業	金 融 ・ 保 険	不 動 産	運 輸 ・ 郵 便	情 報 通 信	公 務	サ ー ビ ス	分 類 不 明			
農林漁業	586.7	0.0	2381.5	24.9	0.0	2.2	0.0	0.0	0.7	0.0	0.8	266.9	0.0	4953.2	-943.0	7274.0
鉱業	0.1	0.0	245.7	93.6	1366.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.8	0.2	54.6	-1569.1	192.4	
製造業	1770.3	13.6	6004.1	3319.5	169.1	585.4	101.7	8.6	950.3	51.9	434.2	6329.7	44.7	40207.8	-39636.4	20354.4
建設	17.2	0.2	284.7	9.4	126.5	51.3	12.1	85.0	14.3	17.9	55.9	113.2	0.0	12726.3	-21.3	13492.7
電力・ガス・水道	65.4	4.2	253.1	43.1	271.8	422.3	23.0	9.6	37.1	30.4	117.8	1072.6	3.5	4488.8	-1860.1	4982.7
商業	442.7	2.5	1047.1	644.1	70.3	157.5	18.4	3.7	288.3	2.9	78.5	1557.5	8.5	10071.0	-3352.3	11040.7
金融・保険	52.8	5.3	169.3	170.7	72.9	144.3	161.3	552.4	94.2	16.2	198.1	293.3	2.4	1805.4	-116.0	3622.7
不動産	2.5	0.8	38.7	51.2	19.3	344.1	38.7	106.1	115.4	43.1	20.4	446.1	24.3	5715.4	-1255.9	5710.2
運輸・郵便	357.5	82.4	377.9	585.7	162.8	956.9	153.4	13.1	421.4	25.8	331.7	942.2	53.6	2095.2	939.7	7499.3
情報通信	26.2	0.3	132.5	94.3	85.1	607.7	227.0	7.8	52.7	265.4	168.4	362.1	49.8	1770.5	-2651.5	1198.2
公務	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	248.3	16345.4	-4495.1	12098.6
サービス	181.8	3.4	795.8	1379.8	379.4	1563.2	587.1	52.9	1016.0	155.1	900.2	2570.6	60.8	40912.9	-8979.3	41579.7
分類不明	33.7	0.1	82.4	164.7	16.3	99.7	15.9	3.0	22.1	5.7	6.1	181.7	0.0	78.8	12.7	723.0
租付加価値額	3737.1	79.6	8541.5	6911.8	2242.7	6106.0	2284.2	4867.8	4486.7	583.8	9786.4	27443.1	226.8			
域内総生産額	7274.0	192.4	20354.4	13492.7	4982.7	11040.7	3622.7	5710.2	7499.3	1198.2	12098.6	41579.7	723.0			

A method for spatial downscaling of input-output tables

Yuto Kikuchi, Tatsuya Sugimoto, Yuki Takayama and Daisuke Murakami