

IASS Working Paper Series

IASS WP 2022-J004

スマート社会分析用産業連関表の作成

日本福祉大学経済学部 中野 諭

早稲田大学社会科学総合学院 鷺津 明由



*Institute for Advanced
Social Sciences*

スマート社会分析用産業連関表の作成 Construction of 2015 Input-Output Table for the Analysis of a Smart Society

2022 年 9 月

中野 諭¹

鷲津明由²

1. はじめに

2016 年の第 5 期科学技術基本計画で、「超スマート社会 (Society 5.0)」の概念が提示され、「サービスや事業の「システム化」、システムの高度化、複数のシステム間の連携協調のためのプラットフォーム構築」が具体的な取り組みとして掲げられた。続く 2021 年の第 6 期科学技術基本計画でも、我が国が目指す社会として Society 5.0 は受け継がれた。そこでは「国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会、一人ひとりの多様な幸せ (well-being) が実現できる社会」など、システムの高度化に限らない多様な社会的課題解決が Society 5.0 の役割に追加された。2022 年の「経済財政運営と改革の基本方針 (骨太の方針)」では、重点投資分野として、グリーントランスフォーメーション (GX) への投資とデジタルトランスフォーメーション (DX) への投資が明記され、持続可能なスマート社会構築のための政府の財政出動の方針が明確化された。

Tapscott (1994)は、デジタル化の経済分析には情報サービスについての新しい概念を取り入れるなど、従来とは異なる分析枠組みが必要であるとしている。それに対しポラト (1982)は情報財や情報サービスの定義について考察し、アメリカ経済の情報化実態を明らかにしようとした。Vu (2013)はシンガポールにおける経験から、経済成長に対する情報財産業の貢献は限定的で、情報サービス産業の役割が持続可能な成長のためには重要となると指摘した。Nakano and Washizu(2018)は、ポラト (1982)を踏まえ、情報財産業と情報サービス産業を新たに定義した産業連関表を作成した上、情報サービス産業を中心に新たな産業連関構造が引き起こされていることを示し、持続可能な経済成長のために情報サービス産業が貢献し得ることを明らかにした。Nakano and Washizu(2018)は、次のような特徴を持つ。すなわち、①情報サービス産業を、通信インフラなどの基礎的なサービスを提供する 1 次情報サービスと、それを活用したマネジメントサービス(法務・財務の管理サービス等)を提供する 2 次情報サービスというように概念的に分割した、②企業の内部に埋没しているマネジメント活動を見える化した。また、鷲津・中野 (2021)では 1995 年から 2019 年までの企業活動基本調査を用いた分析から、とりわけ 1 次情報サービス産業において人的投資が進んだ一方、情報サービス以外の一般サービス部門では低廉化した情報財 (コンピュータ機器等) の

¹ 日本福祉大学経済学部 nakano@n-fukushi.ac.jp

² 早稲田大学社会科学総合学院 washizu@waseda.jp

資本装備が進むことで、効率性改善が顕著であったことが分かった。効率的に affordable な価格で一般サービスが提供されるようになったという事実は、情報化・デジタル化が「一人ひとりの多様な幸せ（well-being）が実現できる社会」という Society 5.0 の目標達成に貢献できる可能性を示す。

一方、情報技術を活用したスマート化は、再生可能エネルギーを最大限に活用し、省エネルギー効率を高めるためのエネルギーマネジメントシステム（EMS）の高度化にも貢献する（石井;2022）。GX と DX への投資は相乗効果を持ちうるものと考えられる。本研究の目的は、スマート社会における新しい産業連関構造を明らかにした Nakano and Washizu(2018)のモデルをさらに拡張し、スマート社会における GX と DX の相乗効果を明らかにすることである。具体的には、鷲津・中野（2022）が開発した、2015 年の総務省産業連関表に基づく次世代エネルギーシステム分析用産業連関表（IONGES）（2030 年想定表）を、企業の内部に埋没しているマネジメント活動(本社活動)を陽表化するように拡張した上、その活動が 2030 年想定している社会の省エネを実現したとする場合の効果を定量的に示そうとする試みである。図 1 に本研究が開発を目指すスマート社会分析用産業連関表（スマート IO）の概念図を示す。図 1 は、Nakano and Washizu(2018)が明らかにした情報サービス産業を中心にした新たな産業連関構造に加え、本社マネジメントサービスが自社の省エネ支援に貢献する状況を示している。

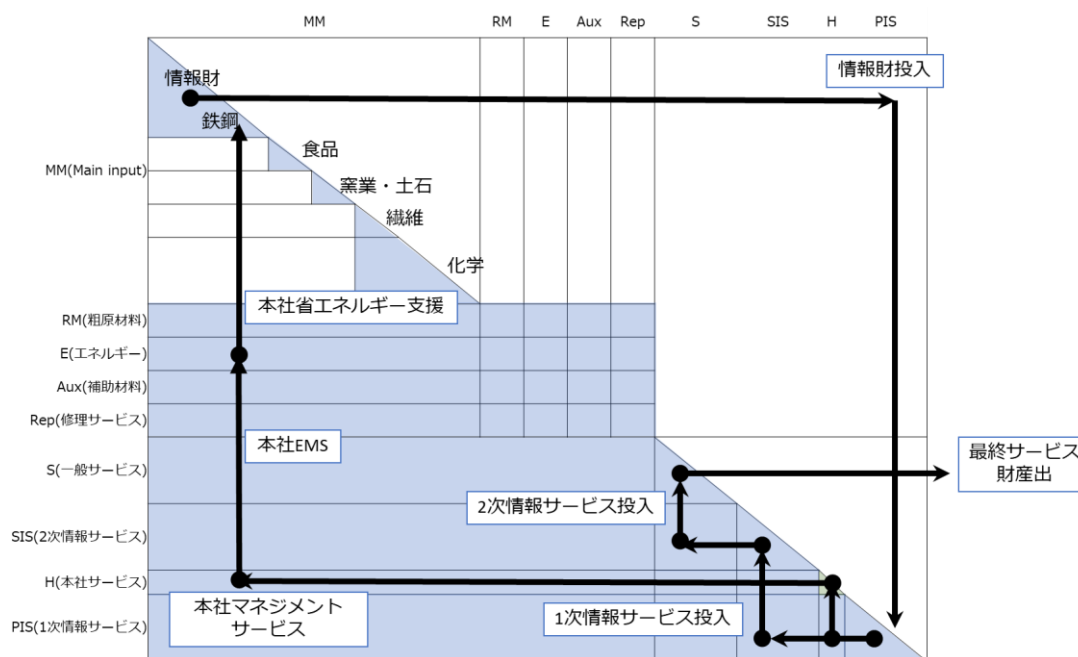


図 1 スマート社会分析用産業連関表（スマート IO）の概念図

2. スマート社会分析用産業連関表（スマート IO）の作成

マネジメント部門を表章した産業連関表であるスマート IO を作成するために、まず次世

代エネルギーシステム分析用産業連関表（IONGES）に基づいてマネジメント部門を新たに表章し、次にマネジメントの効率化の費用を表に反映する。本来、マネジメント活動は、本社による管理的な活動のみを指すのではなく、各事業所内の管理的な活動も含むものである。ただし、本研究では、マネジメント部門を企業全体の生産活動を管理する部門と位置付けており、マネジメント部門の活動範囲を本社による管理的な活動に限定する。

外食・食品産業について分析を行った Nakano and Washizu(2018)では、企業の管理部門を情報財・サービスと労働力のみが投入されるマネジメント部門と定義していたが、本研究では投入財を限定しない。情報財・サービスとは、ポラト（1982）の「すでに市場化している第 1 次情報部門」に対応する財・サービスである。なお、本研究においても、Nakano and Washizu(2018)に基づいて情報財・サービスを以下の 3 つに分類している。

- ①情報財 : 2 次情報サービス生産に必要な財、センサー、タブレットなど。
- ②1 次情報サービス : 2 次情報サービス生産に必要なサービス、通信、インターネット、放送、研究開発などのサービス。本研究ではさらに、教育・研究と 1 次情報サービス（その他）に分ける。
- ③2 次情報サービス : 情報財と 1 次情報サービスの組み合わせから生み出される応用サービス、企業内で生み出される管理サービスと競合的なサービス、広告、運輸、対事業所サービスなど。本研究ではさらに、商業・金融・保険と 2 次情報サービス（その他）に分ける。

情報財・サービスと「2015 年次世代エネルギーシステム分析用産業連関表（IONGES）想定表」の部門分類との対応は、付表 1 の通りである。

2.1. マネジメント部門としての本社アクティビティの作成

産業連関表において本社の管理的な活動を表章する試みには研究の蓄積があり、東京都の作成する「東京都産業連関表」ではすでに本社部門が表章されている。そこで、東京都産業連関表の活用を検討したが、2005 年までの同表では本社部門が産業部門別に表章されていたものの、本研究の分析対象年次である 2015 年で表章されている本社部門は 1 つに集計されている。本研究では、可能な限り産業部門ごとに異なる本社の管理的な活動の情報を入手するために、新井・金（2017）に倣って「産業連関構造調査」を活用することにした。

2015 年産業連関表を作成するための「2015 年産業連関構造調査」では、各アクティビティの原材料の投入構成が調査されている。そのうち総務省は「企業の管理活動等に関する実態調査」において、企業・団体における販売費及び一般管理費の内訳と本社（本部・本所）における管理活動等のための経費を調査している。なお、企業の管理活動等に関する実態調査の定義によれば、「管理活動等とは、管理統括業務、人事、人材育成、総務、財務・経理、法務、企画、広報宣伝、情報システム管理等の企業の管理部門における活動のほか、研究開

発や自家用倉庫など事業活動を補助する活動で、当該活動の結果、企業に売上高が計上されない活動」である。

本研究における本社アクティビティの作成手順は、以下の通りである。

- ①「2015 年企業の管理活動等に関する実態調査」における「本社において管理活動等に係る従業者数」を「1 企業・団体当たりの従業者数」を除して、全従業者に占める本社の管理活動等に係る従業者の比率を産業分類ごとに計算する^{3,4}。
- ②「2015 年次世代エネルギーシステム分析用産業連関表（IONGES）（2030 年想定表）」の部門別従業者数に比率①を乗じ、2015 年 IONGES（想定表）の部門ごとに本社の管理活動等に係る従業者数を計算する。ただし、2015 年 IONGES（想定表）の部門分類の方が「2015 年企業の管理活動等に関する実態調査」の産業分類よりも詳細であるため、「2015 年企業の管理活動等に関する実態調査」の 1 つの産業における比率①を 2015 年 IONGES（想定表）の複数の部門に対応づけている。2015 年 IONGES（想定表）において総務省「2015 年産業連関表」の表章部門をそのまま使用している部門の従業者数は、2015 年産業連関表の雇用表から得ている。2015 年 IONGES（想定表）において新たに表章された部門の従業者数は、当該部門の雇用者報酬を、2015 年産業連関表において類似する部門の雇用者報酬及び従業者数から求めた従業者 1 人あたり雇用者報酬で除して推計している（たとえば、2015 年 INOGES（想定表）の電気自動車部門の従業者数は、同部門の雇用者報酬を、2015 年産業連関表の乗用車部門の従業者 1 人あたり雇用者報酬で除して求めている）。
- ③従業者数②に「2015 年企業の管理活動等に関する実態調査」における「一人あたりの本社における管理活動等に要した経費」を乗じて、2015 年 IONGES（想定表）の部門ごとに本社経費の合計額を計算する⁵。ここでも、2015 年 IONGES（想定表）の部門分類の方が「2015 年企業の管理活動等に関する実態調査」の産業分類よりも詳細であるため、「2015 年企業の管理活動等に関する実態調査」の 1 つの産業における一人あたりの本社における管理活動等に要した経費を 2015 年 IONGES（想定表）の複数の部門に対応づけている。
- ④本社経費の合計額③を「2015 年企業の管理活動等に関する実態調査」における「本社における管理活動等に要した経費の構成比」で分割し、2015 年 IONGES（想定表）の部門ご

³ ただし、「林業」及び「郵便業（信書便事業を含む）」については調査企業数が少なく、調査結果が秘匿されていたため、2011 年の産業連関構造調査の情報をを用いている。

⁴ 「2015 年企業の管理活動等に関する実態調査」は財・サービスの投入構成を知る上で貴重な情報源であるが、サンプルサイズの小さい標本調査である。そのため、その他の統計調査によって全数を捉えることができる情報は、そちらを活用した方が望ましい。たとえば、新井・金（2017）では、本社の従業者数や傘下事業所の従業者数の情報を総務省「経済センサス」の調査票の特別集計から得ている。。

⁵ 「2015 年企業の管理活動等に関する実態調査」における「一人あたりの本社における管理活動等に要した経費」は、本社において管理活動等に係る従業者一人あたりの経費である。

とに本社アクティビティを作成する。ただし、2015 年 IONGES（想定表）の部門分類の方が「2015 年企業の管理活動等に関する実態調査」の事業活動分類よりも詳細であるため、「2015 年企業の管理活動等に関する実態調査」の 1 つの事業活動における構成比を 2015 年 IONGES（想定表）の複数の部門に対応づけている。

⑤2015 年 IONGES（想定表）の各列部門から対応する本社アクティビティ④を差し引き、本社アクティビティの行部門を新たに表章して本社経費の合計額③だけ産出させる⁶。この操作によって、2015 年 IONGES（想定表）の各列部門の国内生産額 CT は変化しない。

⑥部門別本社アクティビティ④を部門について合計し、本社アクティビティの 1 つの列部門を作成する。

⑦本研究では、ICT 技術を活用した効率的なマネジメントをスマートなマネジメントと定義している。このようなマネジメントのスマート化を表現するために、本社アクティビティに産出されている情報サービスはすべて管理的な活動の効率化のために活用されているものと考え、既存の情報サービス部門とは別に表章する。たとえば、本社の情報サービス部門が情報を見える化し、本社のその他の部門が見える化された情報をうまくマネジメント業務に生かすと考える。本社の情報サービスの列部門は、⑥の本社アクティビティの列部門に産出されている情報サービスの金額に 2015 年 IONGES（想定表）の情報サービス部門の投入係数を用いて作成する。なお、⑥の本社アクティビティの列部門に産出されている情報サービスの金額をゼロにし、同金額を本社の情報サービスの行部門の産出額とする。この操作を行った後の⑥の本社アクティビティを、本社のその他部門と呼ぶ。

2.2 マネジメントのスマート化の表章

2015 年 IONGES（想定表）は、2015 年の経済構造に対し、政府の「第 6 次エネルギー基本計画」における 2030 年度の電源構成が達成された場合を表章したものである。「第 6 次エネルギー基本計画」では、電源における再生可能エネルギーの積極的な活用のみならず、徹底した省エネルギーも掲げられている。そこで、本社におけるエネルギーマネジメントのスマート化によって、「第 6 次エネルギー基本計画」で想定される省エネルギー量が達成されると想定し、本社アクティビティを新設した 2015 年 IONGES（想定表）にスマート化の費用と省エネルギー効果を反映させる。

「第 6 次エネルギー基本計画」における「2030 年度におけるエネルギー需給の見通し（関連資料）」では、部門別の省エネルギー量の目標値が示されている。これに基づき、2015 年 IONGES（想定表）の部門分類別の省エネルギー量を推計する。推計の方法は、次の通りで

⁶ この操作によって産出額がマイナスになってしまう財・サービスがある場合は、本社アクティビティにおける他の財・サービスにその分を加算して調整する。

ある。

まず表 1 の B 欄のように、大まかな部門別に現状に対して 2030 年に想定される省エネポテンシャル率を設定する。省エネポテンシャル率は、「2030 年度におけるエネルギー需給の見通し（関連資料）」において C 欄に示す項目について得られる省エネルギー量を、資源エネルギー庁「2012 年度総合エネルギー統計⁷」において D 欄に示す項目について得られるエネルギー消費量の数字で除した割合である。B 欄の省エネポテンシャル率を、それぞれの大分類が関係するすべての IONGES（想定表）の部門におけるエネルギー投入額、および電力投入額に乗ずることにより、想定表の部門分類別の省エネルギー量の推定値とする。

表 1 部門別省エネルギー率の推計方法

A	B		C	D
	省エネポテンシャル率		省エネポテンシャル量の出典：2030 年度におけるエネルギー需給の見通し(関連資料) ¹⁾	足元のエネルギー消費量の出典：2012 年度総合エネルギー統計 ²⁾
	電力	燃料		
製造業・業種横断	15.12%	5.70%	高効率空調，産業 HP，産業用照明，低炭素工業炉，産業用モータ・インバータ，業種間連携，工場エネマネ	製造業
農業		14.27%	省エネ農機，施設園芸	農業
漁業		4.58%	省エネ漁船	漁業
食品		3.37%	食品	食品飲料製造業
紙・パルプ	1.23%		紙・パルプ	パルプ・紙・紙加工品製造業
化学工業	2.64%	9.57%	化学工業	化学工業（含 石油石炭製品）
窯業土石	-0.18%	3.44%	窯業土石	窯業・土石製品製造業
鉄鋼業	0.75%	0.94%	鉄鋼業	鉄鋼業
建設		8.69%	ハイブリッド建機	建設業
業務部門	31.27%	17.32%	業務部門	業務他（第三次産業）
運輸部門	28.30%	29.05%	次世代自動車の普及(企業利用寄与他)，その他の運輸部門対策	運輸
家庭部門	22.52%	22.01%	家庭部門	家庭

¹⁾ https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/20211022_03.pdf

²⁾ https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/results.html

なお、各部門に産出されるエネルギー財の削減量を、エネルギー財について合計すれば、部門別に削減されるエネルギー費用を推計することができる。

エネルギーマネジメントのスマート化，すなわち先進的なエネルギーマネジメントシステム（EMS）の導入による費用は，2030 年度における省エネルギー量の目標値に基づいて，以下のように推計を行っている。Matteini et al.(2018)は，UNIDO が実施した ISO50001 に準拠する EMS プログラムの費用便益分析を実施している。対象となった 2 つの企業のエネルギー・ペイバック・タイム（EMS の年間費用／EMS の年間便益）は 0.054 年及び 0.167 年（エネルギー削減以外の便益を除くと 0.231 年）であった。つまり，EMS によって削減され

⁷ 足元のエネルギー消費量として 2012 年度の値を用いるのは，「2030 年度におけるエネルギー需給の見通し（関連資料）」における省エネルギー量の推定が 2012 年度の状況を基準に行われているためである。

たエネルギー費用の約 5%及び約 17%(約 23%)が EMS の費用として発生したことになる。また、EMS を AI で制御するサービスを、削減されるエネルギー費用の約 20%の運転費用で提供する企業もある⁸。こうした比率は、EMS のタイプや対象機器構成によって変化するものと考えられるが、本研究では一律に 20%と想定し、省エネルギー目標を達成するためのエネルギーマネジメントのスマート化の費用を推計している。2015 年 IONGES (想定表)には、エネルギーマネジメントのスマート化の費用分だけ本社部門の産出額が増える形で反映させている。

3. スマート IO によって観察される経済構造⁹

3.1. 鉄鋼部門のユニットストラクチャの構成

本研究では、エネルギー集約的な産業の例として鉄鋼部門を取り上げ、作成したスマート IO を用いてそれらのユニットストラクチャを観察する。 $\mathbf{A}$ を投入係数行列、 $\mathbf{b}_j$ をレオンティエフ逆行列 $[\mathbf{I}-\mathbf{A}]^{-1}$ の第 j 列のベクトル、 $\mathbf{i}_j$ を j 番目の要素のみを 1、他をゼロとする列ベクトルとすると、

$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{b}_j + \mathbf{i}_j = \mathbf{b}_j \quad (1)$$

が成り立つ。ここで、左辺の

$$\mathbf{u}_j = \mathbf{A} \cdot \mathbf{b}_j \quad (2)$$

を、尾崎 (2004) は j 部門のユニットストラクチャと定義した。ユニットストラクチャは、 j 財を 1 単位生産する際に経済全体で引き起こされる中間財の取引活動を表す。尾崎 (2004) は、これを j 産業のアウトプット 1 単位に対する構造的なインプットを示す「構造的生産関数」と解釈した。以下では、鉄鋼部門の構造的生産関数であるユニットストラクチャを計算し、それがエネルギーマネジメント (EMS) のスマート化によってどのように変化するのかを確認した。

表 2 は、エネルギーマネジメントのスマート化が進む前における鉄鋼部門のユニットストラクチャの財・サービス構成比である。本研究で新設した本社機能の構成比は、いずれの部門においても 0.01~0.02%程度である。本社を除く情報財・サービスの構成比は、フェロアロイ部門で 23.95%、鑄鉄管部門で 22.66%と相対的に高く、熱間圧延鋼材部門で 9.76%、

⁸ 東工大発 AI ベンチャーである SOINN 株式会社は、市販 PC1 台でエネルギー需要予測、リアルタイム最適化、熱源機器の運転計画の全てを自動実行する AI「SOINN E-1」を販売している。モデルケースとして、冷凍機約 10 台にそれぞれ冷水ポンプ、冷却水ポンプがつき、冷却塔を含めて計 30 台程度の機器構成を想定した場合、PoC と開発費用が 150~200 万円/月×2~3 カ月発生し、ライセンス料としての運転費用が削減されるエネルギー費用の約 20%発生するとしている。(https://soinn.com/service/index01/)

⁹ 本文では鉄鋼部門のユニットストラクチャを例示するが、Nakano and Washizu(2018)と比較するため、補論において食品関連部門のユニットストラクチャを扱っている。

鋼管部門で9.83%と相対的に低い。すべての部門に当てはまるわけではないが、エネルギー財の構成比が相対的に高い部門ほど、情報財・サービスの構成比が高いようである。

次に、エネルギーマネジメントのスマート化が進んだ場合における鉄鋼部門のユニットストラクチャを計算し、中間財誘発額を合計したものが表3である。スマート化の前後を比較すると、スマート化後にユニットストラクチャにおける中間財誘発額の合計は減少する。これは、マネジメントのスマート化によって、1単位の鉄鋼製品に構造的に必要なとされる直接・間接の中間財費用が減少する効果である。中間財費用の減少効果が相対的に大きい部門は、フェロアロイ部門（－8.95%）、鋳鉄管部門（－7.69%）、及び粗鋼（電気炉）部門（－6.53%）である。

表4は、エネルギーマネジメントのスマート化によって、鉄鋼部門のユニットストラクチャにおける直接・間接の費用の減少がどの部門で生じたかを表している。当然ながらエネルギーマネジメントのスマート化はエネルギー財の費用削減が目的であるため、エネルギー財は中間財の費用削減のうち約8割と大きな割合を占める。次いで削減分に占める割合が高いのは、エネルギー財以外の非情報財（14～15%）、及びその他の1次情報サービス（6～7%）である。エネルギーマネジメントのスマート化の直接費用は本社機能に計上されるため、本社機能の直接・間接の費用は増加するが、それにともなって1次情報サービスの教育・研究の間接費用もわずかながら増加する。

表2 鉄鋼部門のユニットストラクチャにおける中間財誘発額の構成比(エネルギーマネジメントのスマート化前) (単位：%)

	銑鉄	フェロアロイ	粗鋼（転炉）	粗鋼 （電気炉）	熱間圧延鋼材	鋼管	冷間仕上鋼材
非情報財（エネルギー以外）	52.12	33.51	69.57	52.87	73.11	77.28	73.54
エネルギー財	31.30	42.52	18.81	30.18	17.13	12.89	15.95
情報財	0.91	2.24	0.65	1.26	0.63	0.53	0.58
教育・研究	0.07	0.07	0.05	0.05	0.03	0.03	0.04
1次情報サービス（その他）	6.35	10.66	4.31	6.68	3.77	3.28	3.55
商業・金融・保険	5.55	4.97	4.00	5.05	3.12	3.89	4.04
2次情報サービス（その他）	3.70	6.02	2.61	3.90	2.21	2.10	2.29
本社機能	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	めっき鋼材	鋳鍛鋼	鋳鉄管	鋳鉄品・ 鍛工品（鉄）	鉄鋼シャース リット業	その他の 鉄鋼製品	
非情報財（エネルギー以外）	73.03	56.46	40.12	53.28	75.50	71.88	
エネルギー財	13.74	26.50	37.21	28.55	11.31	12.32	
情報財	0.58	1.05	1.45	1.13	0.54	0.72	
教育・研究	0.03	0.05	0.06	0.09	0.03	0.03	
1次情報サービス（その他）	3.59	6.13	7.89	6.04	3.35	4.60	
商業・金融・保険	6.60	4.18	6.85	6.70	6.93	6.42	
2次情報サービス（その他）	2.42	5.62	6.41	4.20	2.33	3.99	
本社機能	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	

表 3 エネルギーマネジメントのスマート化がもたらす鉄鋼部門のユニットストラクチャにおける中間財誘発額の変化

	銑鉄	フェロアロイ	粗鋼（転炉）	粗鋼（電気炉）	熱間圧延鋼材	鋼管	冷間仕上鋼材
エネルギーマネジメントのスマート化前	1.487	1.332	1.847	1.579	2.264	2.096	2.104
エネルギーマネジメントのスマート化後	1.429	1.218	1.800	1.479	2.199	2.049	2.041
変化率（％）	-3.94	-8.95	-2.59	-6.53	-2.92	-2.25	-3.02

	めっき鋼材	鋳鍛鋼	鋳鉄管	鋳鉄品・鍛工品（鉄）	鉄鋼シャースリット業	その他の鉄鋼製品
エネルギーマネジメントのスマート化前	2.189	1.364	0.927	1.498	2.120	1.678
エネルギーマネジメントのスマート化後	2.130	1.290	0.859	1.413	2.075	1.640
変化率（％）	-2.73	-5.58	-7.69	-5.86	-2.13	-2.31

表 4 エネルギーマネジメントのスマート化前後で比較した鉄鋼部門のユニットストラクチャにおける中間財誘発構成の変化（変化分の構成比，単位：％）

	銑鉄	フェロアロイ	粗鋼（転炉）	粗鋼（電気炉）	熱間圧延鋼材	鋼管	冷間仕上鋼材
非情報財（エネルギー以外）	14.79	13.76	14.54	13.68	14.12	14.10	13.96
エネルギー財	82.38	81.75	82.28	81.77	81.99	82.09	81.90
情報財	0.77	1.21	0.87	1.22	1.06	1.05	1.13
教育・研究	-0.55	-0.54	-0.55	-0.53	-0.54	-0.54	-0.54
1次情報サービス（その他）	6.06	7.09	6.31	7.11	6.73	6.71	6.89
商業・金融・保険	3.93	3.84	3.91	3.82	3.87	3.86	3.85
2次情報サービス（その他）	3.01	3.77	3.19	3.79	3.51	3.52	3.65
本社機能	-10.38	-10.87	-10.55	-10.87	-10.73	-10.79	-10.85

	めっき鋼材	鋳鍛鋼	鋳鉄管	鋳鉄品・鍛工品（鉄）	鉄鋼シャースリット業	その他の鉄鋼製品
非情報財（エネルギー以外）	13.84	13.81	13.91	13.87	13.87	13.88
エネルギー財	81.94	81.74	81.96	81.85	82.06	82.11
情報財	1.16	1.20	1.14	1.16	1.12	1.11
教育・研究	-0.54	-0.54	-0.54	-0.54	-0.54	-0.54
1次情報サービス（その他）	6.95	7.07	6.90	6.96	6.86	6.84
商業・金融・保険	3.83	3.84	3.84	3.84	3.83	3.83
2次情報サービス（その他）	3.70	3.78	3.69	3.71	3.62	3.62
本社機能	-10.88	-10.90	-10.89	-10.85	-10.83	-10.85

3.2. 鉄鋼部門のユニットストラクチャに見る経済循環

尾崎（2004）は、日本の経済に存在する三角化構造を明らかにし、製造業を中心とする経済の構造的な効率性について考察している。マネジメントのスマート化は、製造業部門のみならずサービス部門を含めた経済構造全体を効率化するものだと考えられる。図 2 は、鉄鋼部門のうち相対的に加工度の高い鋳鉄管部門のユニットストラクチャを図示したものである。部門の序列は、Nakano and Washizu(2018)と同様、尾崎（2004）の三角化の序列を参考にしており、図の右下方が情報サービス部門に当たる。Nakano and Washizu(2018)で想定したように、1 次情報サービス部門→2 次情報サービス部門→情報サービス以外の財・サービス部門という三角化構造が存在すると考え、サービス部門の序列を決めている。鉄鋼部門の財は最終消費財ではないため最終需要への接続はないが¹⁰、鋳鉄管を生産するために、たと

¹⁰ 厳密には、たとえば鋳鉄管は中間財として、在庫純増や輸出という最終需要に接続している。

例えば原材料である銑鉄の生産が誘発される。また、銑鉄生産のために2次情報サービス、さらに2次情報サービス生産のために1次情報サービスの生産がそれぞれ誘発されるような中間財取引が描写されている。ただし、本研究で新設された本社のマネジメント部門は投入比率が低い目立たない。図の右下方を見ると、1次・2次情報サービス間の三角化構造も存在するように見える。

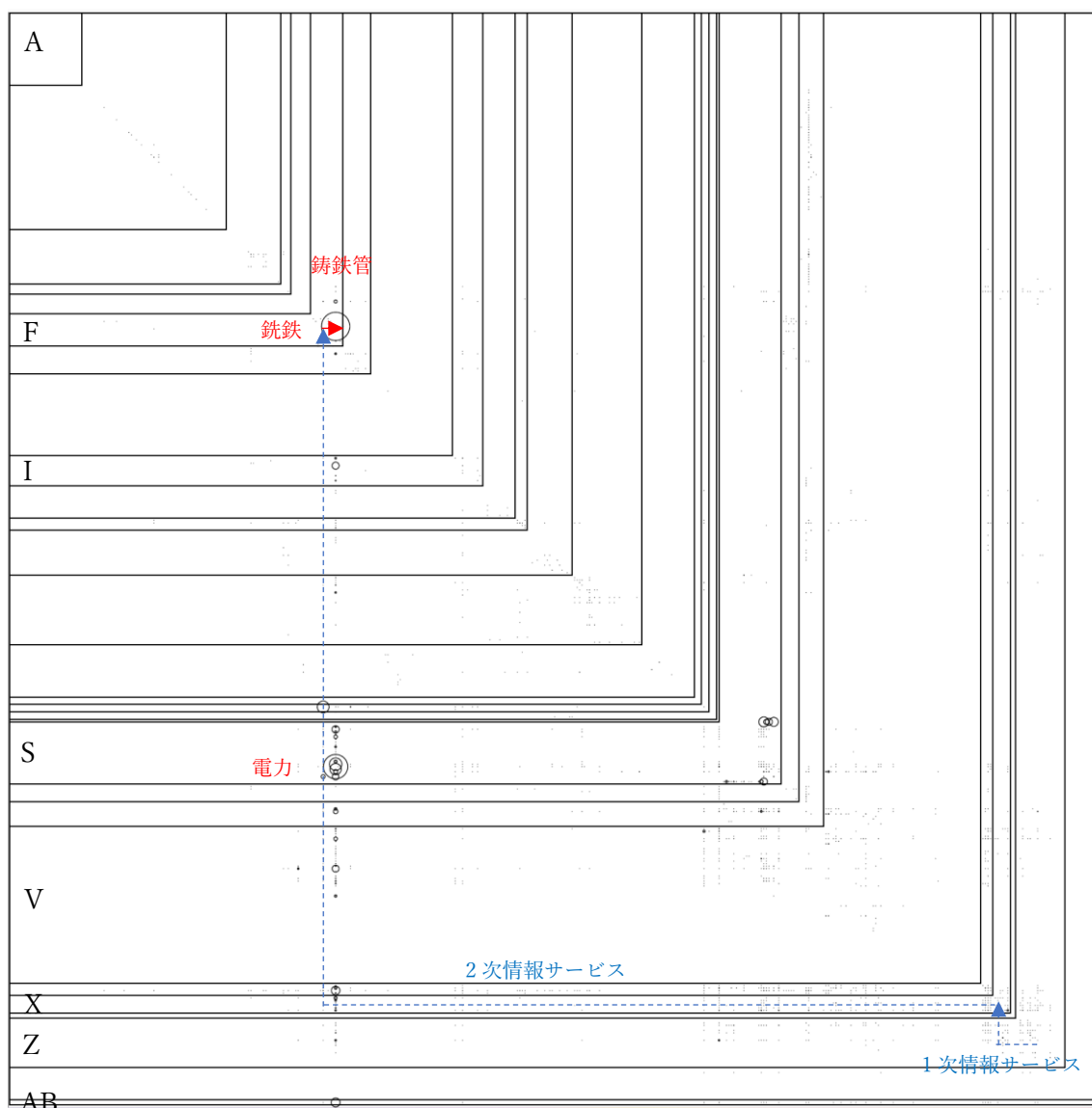


図2 銑鉄管のユニットストラクチャ（エネルギーマネジメントのスマート化前）

注：図は部門別にA～ABのブロックに分かれており、対応は以下の通りである。A 建設・土木、B 機械(除情報機械)、C 情報機械、D 一次情報財、E その他の最終工業生産物、F 鉄鋼、G 非鉄金属、H 食料品、I 窯業・土石、J 繊維、K ゴム・プラスチック・皮製品、L 木製品・紙パ、M 化学製品、N 農産物、O 水産物、P 窯業原料、Q 林産物、R 原油・天然ガス、S 燃料・電力、T 金属製品、U 修理・補修、V サービス、W 商業・金融・保険、X 2次情報サービス、Y 本社機能、Z 1次情報サービス、AA 教育・研究、AB 分類不明

4. おわりに

本研究では、2015 年次世代エネルギーシステム分析用産業連関表（2030 年想定表）を用いてマネジメント活動を陽表化したスマート社会分析用産業連関表（スマート IO）を作成した。また、スマート IO より計算された鉄鋼部門のユニットストラクチャにより、エネルギーマネジメントのスマート化の評価を行った。その結果、エネルギーマネジメントのスマート化の費用として本社のマネジメント部門に関連する中間財取引の増加分、及びその便益としてエネルギー財部門に関連する中間財取引の減少分を定量的に評価することができた。つまり、スマート IO のユニットストラクチャを分析することによって、マネジメント費用の増加とエネルギー費用の減少という直接的な費用便益分析だけではなく、関連する中間財取引も含めた同分析が可能になった。また、ユニットストラクチャを図示することによって、本社部門を含む 2 次情報サービス部門と、効率化の対象となるエネルギー財を含む原材料部門との中間財取引の連関構造を視覚的に捉えることができるようになった。

ただし、本研究におけるスマート IO は未だ試作段階にあり、精緻化に向けた課題が残されている。本研究では、本社部門の推計のための情報を主に「産業連関構造調査」から得ている。しかし、同調査はサンプルサイズが小さく、必ずしも日本の産業部門の平均的な状況を表しているとは言えない。そのため、同調査からしか得られない情報、たとえば本社部門における財・サービスの投入構成を除いて、可能な限り日本の平均値を得られる情報を使用すべきである。「経済センサス」をはじめとする官庁統計のマイクロデータを用いることも、対応策の 1 つであろう。また、本研究で新設された本社部門が各産業部門の費用構成に占める割合は非常に低く、企業のマネジメント活動の捕捉は限定的である。そこで、産業連関表において陽表化されるマネジメント活動を再定義し、他の財・サービス部門とのより強い連関構造を捉えることも、今後検討すべき事項である。

本研究ではエネルギーマネジメントのスマート化を評価対象としたが、スマート化のための費用推計に当たっては、一律でエネルギー削減額の一定割合を占めるという大胆な想定をおいている。当然ながら、この割合は対象とする産業部門によって異なるはずである。分析の精緻化には、必要に応じてスマート化の費用を問うアンケート調査の実施、スマート化の費用と便益を結び付けるエネルギーモデルの作成などが必要になろう。加えて、本研究では、「第 6 次エネルギー基本計画」における 2030 年度の省エネルギー目標を達成するためのマネジメントの分析を行っているが、スマート IO の応用研究はそれに限る必要はない。マネジメントのスマート化を通して解決できるような他の社会的課題にも分析対象を広げていくことは、今後残された課題である。

謝辞

本研究は、科学研究費 基盤研究 (B)(21H03676)に基づく研究成果である。

参考文献

- Matteini, Marco, Pasqualetto, Giorgia and Petrovska, Ana (2018) “Cost-benefit analysis of energy management systems implementation at enterprise and programme level,” ECEEE Industrial Summer Study 2018 Proceedings, pp.353-364.
https://www.eceee.org/library/conference_proceedings/eceee_Industrial_Summer_Study/2018/3-energy-management-the-nuts-and-bolts/cost-benefit-analysis-of-energy-management-systems-implementation-at-enterprise-and-programme-level/2018/3-110-18_Matteini.pdf/
- Nakano, Satoshi and Washizu, Ayu (2018) “Induced effects of smart food/agri-systems in Japan: Towards a structural analysis of information technology,” *Telecommunications Policy*, 42(10), pp.824-835.
- Tapscott, Don (1994) “The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence,” McGraw-Hill, New York,
<https://pdfs.semanticscholar.org/a832/0ab8d4a6c0a1d0578c6e01288b03cb00de4a.pdf>
- Vu, K.M. (2013) Information and communication technology (ICT) and singapore's economic growth, *Information Economics and Policy*, 25 (4), pp. 284-300,
<https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2013.08.002>
- 新井園枝・金榮慤 (2017) 「地域を跨ぐ本社サービス投入の推計と影響評価」, RIETI Discussion Paper Series 17-J-013. <https://www.rieti.go.jp/jp/publications/dp/17j013.pdf>
- 石井英雄 (2022) 「再生可能エネルギー時代に適合する次世代電力システム」, 有村他編『カーボンプライシングのフロンティア』第8章, 日本評論社.
- 尾崎巖 (2004) 『日本の産業構造』, 慶應義塾大学出版会.
- ポラト, M. (小松崎清介監訳) (1982) 『情報経済入門』, コンピュータエージ社.
- 鷺津明由, 中野 諭 (2021) 「スマート社会がもたらす経済・環境効果の産業連関分析に向けて: 企業活動基本調査を用いた分析」, 早稲田大学 先端社会科学研究所ワーキングペーパー, IASS WP 2020-J004,1-27,
https://www.waseda.jp/fsss/iass/assets/uploads/2021/01/washizu_nakano_-2020_J004.pdf.
- (2022) 「2015 年次世代エネルギーシステム分析用産業連関表(想定表)の作成」, 早稲田大学 先端社会科学研究所ワーキングペーパー, IASS WP 2022-J001,1-31,
https://www.waseda.jp/fsss/iass/assets/uploads/2022/04/washizu-nakano_2022-J001.pdf

補論 食品関連部門のユニットストラクチャ

本研究では、エネルギーマネジメントのスマート化の影響を上げたため、本文ではエネルギー集約的な鉄鋼部門のユニットストラクチャを例示した。一方、Nakano and Washizu(2018)では、食品関連部門のスマート化と同部門のユニットストラクチャを分析対象とした。ここでは、本研究で捉えられた食品関連部門のユニットストラクチャをNakano and Washizu(2018)と比較する。

表 A-1 は、エネルギーマネジメントのスマート化が進む前における食品関連部門のユニットストラクチャの財・サービス構成比である。本研究で新設した本社機能の構成比は、いずれの部門においても 0.02~0.04 %程度である。極めて小さな数値同士の比較ではあるが、本文で見た鉄鋼部門よりやや比率が高い。本社を除く情報財・サービスの構成比は 25~30%程度であり、食料品部門で 30.22%，レトルト食品部門で 29.95%，持ち帰り・配達飲食サービスで 29.21%と相対的に高い。

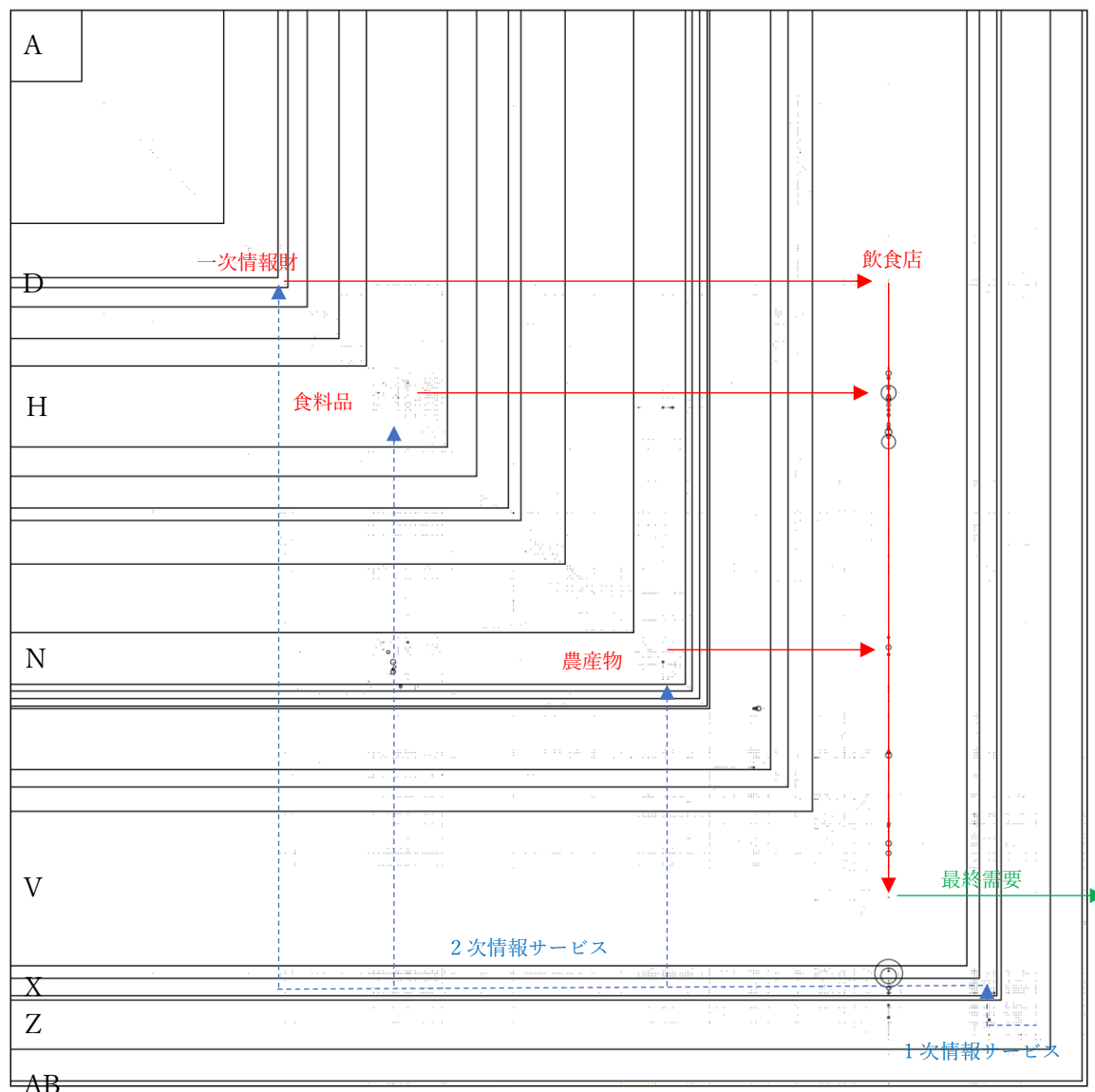
Nakano and Washizu(2018)では、本社部門をマーケット管理部門とその他の管理部門に分割しているため、本研究の結果と直接比較ができない。そこで、管理部門と情報財・サービス部門の誘発額の構成比を合計して比較する。飲食店部門について比較すると、本研究では本社と情報財・サービス部門の誘発額の構成比の合計は約 30%であるのに対し、Nakano and Washizu(2018)では約 41%である。本研究では、2015 年の産業連関表を使用してすべての部門の本社機能を考慮し、本社機能を情報サービスとその他に分割しているのに対し、Nakano and Washizu(2018)では、2011 年の産業連関表を使用して食品関連部門の本社機能のみ考慮し、本社機能をマーケット管理とその他管理に分割している。この違いだけで、10%ポイントもの差が生じることを説明できるかはさらなる検討が必要である。

表 A-1 食品関連部門のユニットストラクチャにおける中間財誘発額の構成比(エネルギーマネジメントのスマート化前) (単位：%)

	冷凍調理食品	レトルト食品	そう菜・ すし・弁当	その他の 食料品	飲食店	持ち帰り・ 配達飲食 サービス
非情報財（エネルギー以外）	67.42	62.05	66.10	66.23	60.06	60.96
エネルギー財	7.67	7.97	7.76	8.67	9.70	9.80
情報財	2.08	3.58	1.26	1.91	1.16	1.21
教育・研究	0.05	0.05	0.11	0.05	0.08	0.09
1次情報サービス（その他）	4.97	5.98	4.88	5.21	7.11	6.54
商業・金融・保険	13.27	13.35	15.24	13.20	15.39	15.17
2次情報サービス（その他）	4.53	6.99	4.61	4.70	6.48	6.20
本社機能	0.03	0.03	0.04	0.04	0.02	0.03

次に、飲食店部門のユニットストラクチャを三角化の序列に基づいて図示したものが、図 A-1 である。本文でも述べた通り、Nakano and Washizu(2018)と同様、三角化の序列は尾崎（2004）を参考に行っている。飲食店のユニットストラクチャにおいても、情報サービス

部門から情報サービス以外の財・サービスへの三角化構造が確認される。本文でも指摘したが、図の右下方を見ると、1次・2次情報サービス間の三角化構造も存在するようである。最終消費されるサービス部門である飲食店は最終需要に接続し、そのサービス生産に向かって、財と情報サービスの中間財取引が渦を巻くような産業連関構造が発生している。



図A-1 飲食店のユニットストラクチャ (エネルギーマネジメントのスマート化前)

注：図は部門別にA～ABのブロックに分かれており、対応は以下の通りである。A 建設・土木、B 機械(除情報機械)、C 情報機械、D 一次情報財、E その他の最終工業生産物、F 鉄鋼、G 非鉄金属、H 食料品、I 窯業・土石、J 繊維、K ゴム・プラスチック・皮製品、L 木製品・紙パ、M 化学製品、N 農産物、O 水産物、P 窯業原料、Q 林産物、R 原油・天然ガス、S 燃料・電力、T 金属製品、U 修理・補修、V サービス、W 商業・金融・保険、X 2次情報サービス、Y 本社機能、Z 1次情報サービス、AA 教育・研究、AB 分類不明

付表 1 情報財・サービス部門及びエネルギー部門

部門コード	部門名	財・サービスの種類	部門コード	部門名	財・サービスの種類
061101	石炭・原油・天然ガス	エネルギー財	511201	小売	商業・金融・保険
191101	印刷・製版・製本	情報財	531101	金融	商業・金融・保険
211101	石油製品	エネルギー財	531201	生命保険	商業・金融・保険
212101	石炭製品	エネルギー財	531202	損害保険	商業・金融・保険
301401	生活関連産業用機械	情報財	591101	固定電気通信	1次情報サービス
311101	複写機	情報財	591102	移動電気通信	1次情報サービス
311109	その他の事務用機械	情報財	591103	電気通信に附帯するサービス	1次情報サービス
311301	計測機器	情報財	592101	公共放送	1次情報サービス
311501	光学機械・レンズ	情報財	592102	民間放送	1次情報サービス
321101	半導体素子	情報財	592103	有線放送	1次情報サービス
321102	集積回路	情報財	593101	情報サービス	1次情報サービス
321103	液晶パネル	情報財	594101	インターネット附随サービス	1次情報サービス
321104	フラットパネル・電子管	情報財	595101	映像・音声・文字情報制作（新聞・出版を除く。）	1次情報サービス
329901	記録メディア	情報財	595102	新聞	1次情報サービス
329902	電子回路	情報財	595103	出版	1次情報サービス
329909	その他の電子部品	情報財	631101	学校教育（国公立）★★	教育・研究
331103	開閉制御装置・配電盤	情報財	631102	学校教育（私立）★	教育・研究
333101	電子応用装置	情報財	631201	社会教育（国公立）★★	教育・研究
333201	電気計測器	情報財	631202	社会教育（非営利）★	教育・研究
341101	有線電気通信機器	情報財	631203	その他の教育訓練機関（国公立）★★	教育・研究
341102	携帯電話機	情報財	631204	その他の教育訓練機関	教育・研究
341103	無線電気通信機器（携帯電話機を除く。）	情報財	632101	自然科学研究機関（国公立）★★	教育・研究
341104	ラジオ・テレビ受信機	情報財	632102	人文・社会科学研究機関（国公立）★★	教育・研究
342101	パーソナルコンピュータ	情報財	632103	自然科学研究機関（非営利）★	教育・研究
342102	電子計算機本体（パソコンを除く。）	情報財	632104	人文・社会科学研究機関（非営利）★	教育・研究
342103	電子計算機附属装置	情報財	632105	自然科学研究機関	教育・研究
391904	筆記具・文具	情報財	632106	人文・社会科学研究機関	教育・研究
391906	情報記録物	情報財	632201	企業内研究開発	教育・研究
461101	事業用火力発電	エネルギー財	641105	医療（その他の医療サービス）	1次情報サービス
461111	事業用原子力発電	エネルギー財	642101	保健衛生（国公立）★★	1次情報サービス
461112	事業用水力発電	エネルギー財	642102	保健衛生	1次情報サービス
461113	太陽光発電（住宅設置用）	エネルギー財	659902	対家計民間非営利団体（別掲を除く。）★	1次情報サービス
461114	太陽光発電（メガソーラー）	エネルギー財	661101	物品貸貸業（貸自動車を除く。）	1次情報サービス
461115	陸上風力発電	エネルギー財	662101	広告	2次情報サービス
461116	着床式洋上風力発電	エネルギー財	663110	自動車整備	1次情報サービス
461117	中小水力発電	エネルギー財	663211	機械修理（住宅用）	1次情報サービス
461118	大規模地熱発電	エネルギー財	663212	機械修理（メガソーラー）	1次情報サービス
461121	バイナリー地熱発電	エネルギー財	663213	機械修理（風力発電）	1次情報サービス
461122	木質バイオ_A級タイプ発電	エネルギー財	663219	機械修理（除、別掲）	1次情報サービス
461123	木質バイオ_B級タイプ発電	エネルギー財	669901	法務・財務・会計サービス	2次情報サービス
461124	木質バイオ_C級タイプ発電	エネルギー財	669902	土木建築サービス	2次情報サービス
461125	生ごみメタン発電	エネルギー財	669903	労働者派遣サービス	2次情報サービス
461126	下水メタン発電	エネルギー財	669904	建物サービス	2次情報サービス
461127	家畜糞尿メタン発電	エネルギー財	669905	警備業	2次情報サービス
461128	大都市廃棄物焼却施設発電	エネルギー財	669909	その他の対事業所サービス	2次情報サービス
461129	地方中核都市廃棄物焼却施設発電	エネルギー財	674101	映画館	1次情報サービス
461130	送配電事業	エネルギー財	674102	興行場（映画館を除く。）・興行団	1次情報サービス
462101	都市ガス	エネルギー財	679903	個人教授業	1次情報サービス
462201	熱供給業	エネルギー財	679909	その他の対個人サービス	1次情報サービス
462202	家畜糞尿メタン発酵熱供給	エネルギー財	681100	事務用品	情報財
511101	卸売	商業・金融・保険			