

Title	サーキュラーエコノミーにおける「カスタマイズ」とは何か：資源循環経済におけるビジネス概念に関する一考察
Author(s)	岩井，綾子；妹尾，堅一郎；伊澤，久美；宮本，聡治
Citation	年次学術大会講演要旨集，37：732-737
Issue Date	2022-10-29
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/18601
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

2 C 2 1

サーキュラーエコノミーにおける「カスタマイズ」とは何か ～資源循環経済におけるビジネス概念に関する一考察～

○岩井綾子、妹尾堅一郎、伊澤久美、宮本聡治（産学連携推進機構）

ayako-iwai@nposangaku.org

キーワード：サーキュラーエコノミー、資源循環経済、カスタマイズ、マス、
サイバーフィジカルシステム

1. はじめに

従来の消費主導型線形経済における基本概念は「マス」であり、大量生産品は標準化により画一的となる。そこで顧客要望に対応するため、「バリエーション」による顧客選択肢の多様化や一部分を調整する「カスタマイズ」などが行われてきた。このような生産方式の進展はあるものの、生産先行により売れ残り品や使い残し品が多く発生し、廃棄されている。特に「ファスト」が進展した衣産業や食産業では、現在、大量廃棄が社会問題化している。今後、サーキュラーエコノミー（資源循環経済）で「使い続け」が推奨されるなか、サイバーフィジカルシステム（CPS）やデジタルトランスフォーメーション（DX）を活用した「個客」からの受注生産や「マスカスタマイゼーション」も加速しつつある。

本稿では、「カスタマイズ」に関する事例群を俯瞰的に調査し、サーキュラーエコノミーにおける「カスタマイズ」概念のあり方等を考察する。

なお、本論における「カスタマイズ」とは「顧客要望に応じて製品の一部を調整（変更、交換）すること」と定義する。

2. 消費主導型線形経済における「カスタマイズ」

生産側は、顧客要望に対応したモノを提供するためにいろいろな工夫を行っている。本章では生産方式と顧客要望への対応について歴史的変遷を整理する。

2.1 Industrie1.0、Industrie2.0、Industrie3.0

ドイツ連邦政府は、2011年に「2020年に向けたハイテク戦略の実行計画」に示された10施策の一つとしてIndustrie4.0（以降ID4.0）構想を公表した。その議論において、18世紀後半に始まった蒸気機関などによる工場の機械化をIndustrie1.0（以降ID1.0）、19世紀後半から始まった電力活用による大量生産の開始をIndustrie2.0（以降ID2.0）、そして20世紀後半に始まったPLCなどの電子機器やICTを活用した生産の自動化をIndustrie3.0（以降ID3.0）とそれぞれ定義した¹。

2.1.1. ID1.0～ID3.0における生産方式と顧客要望への対応

これらの段階における生産方式と顧客要望への対応について見ていこう。

ID1.0以前は、基本的に、それぞれの顧客（以降、個客）の要望を対面で聞き、注文を受けてから、人や牛馬などで駆動する機械や道具を用いて、人が1つ1つ手作業によりモノを生産していた。つまり「個客」から「受注」を受けて「生産」が行われていた。そのため生産効率は低く、コストは高かった。

ID1.0からID2.0にかけては、蒸気や電気で駆動する機械により、同じ作業時間内で、限られた種類の大量生産ができるようになった。すなわち少品種大量生産により生産効率は向上した。特にフォード・システムでは、従来アダム・スミスが説いていたように「分業」とそれに伴う部品や作業などを「細分化」「標準化」「単純化」すること、さらにコンベア方式による「連続化」を加えることによって、低コストの大量生産を実現させた。この生産方式は自動車だけでなく他の製品にも適用された²。

この大量生産は、受注生産でなく「見込生産」への変更を意味する。特にこの期間は基本的に食べモノ・着モノ・建てモノ等が不足・欠乏した時代であった。共著者である妹尾は「顕在ニーズの時代」と呼んでいる³。そこで、できるだけ不足・欠乏に対応するモノを大量生産で充足する一方で、大量生産品の中から顧客要望に沿ったモノを選択してもらう、マスセールのプロモーションを図ったと言えよう。

ID3.0の時代ではコンピュータなどによる高度な制御によって、多品種であっても少量生産から大量生産の幅広い生産が可能になった。その結果、つまり生産側はそれなりの豊富な「バリエーション」を展開し、「ラインナップ」にすることで顧客側の選択肢を増やすようにした。顧客は、自分により適した

モノを選択できるようになった。つまり、供給側から「多様な選択肢を提示し、「個客」はそれらの中から選択を行う」というスタイルだ。ただし、「個客」それぞれの要望に応える最適化（オプティマイズ）ではなく、「これならOK」という満足化（サティスファイジング）である。なお、共著者の妹尾は、ビジネスにおける「個客」価値形成の一つとして、この「多様な選択肢を揃え、それを自由に選択できるようにすること」を「バイキング／カフェテリア」型のビジネスモデルとして提示している⁴。

また、ここで言う選択できるモノは、完成したモノだけにはとどまらない。例えば、レンズ交換式カメラのように選択可能な複数のカメラ本体と複数の交換レンズが用意されていて、顧客が使用時にそれぞれを選択して接続できるような商品形態にすること（本体・付属品モデル）もある。つまり、「個客」からの受注生産ではないが、ある程度まで近似的に対応できるようにする方法だ。顧客側による組み合わせが可能となると、全体として急激にバリエーションが拡がり、生産における多品種化ではなく、顧客側による多品種化であると捉えることもできるだろう。

だが問題もある。完成品であれ部品（完成品を構成する「部品」を含む）であれ、大量生産ラインで「個客」要望に近似しようとバリエーションを増やすことは、それごとに余剰量を含む見込生産にならざるを得ないのだ。結果として大量在庫、そして多くの場合大量廃棄が生じるのである。

また、顧客要望への対応は「ラインナップ」からの選択だけとは限らない。アパレルを例に見てみよう。第二次世界大戦後、衣服の洋風化が進展し高度成長期には既製服が普及した。当時、洋服は家庭で仕立てるのが一般的であり、百貨店でもイージーオーダーが主流だったが、その後、日本人の体格に合ったサイズが開発され、標準化されたことで大量生産が可能となった（既製品）⁵。加えて、色や柄などのバリエーションがラインナップされる。顧客はそこから最も要望に近いものを選択する。ここまでは前述の「多様な選択肢を提示し、「個客」はそれらの中から選択を行う」ことに他ならない。重要な点は、さらにその一部を調整、例えば裾上げや丈つめなどを行うことをするようになった点だ。つまり、既製服が予め調整を前提につくられるようになったのである。お直し前提でつくられた（ある意味で半製品の）既製服を「個客」毎に調整することは、「部分カスタマイズ」と言えるだろう。また、顧客要望に合わせ（あるいは顧客事情に沿って）一部調整していることから、「レディメイド＋カスタマイズ」を行うことで、既製服でもできるだけ「個客」要望に近づけようとしたと捉えられるだろう。

このように、「個客」要望への対応は次のように分類されることが考えられる。

- ①「個客」からの個別受注で対応するパターン（オーダーメイド＝カスタマイズ）
- ②見込生産により生産側で取り揃えた多様なラインナップから、顧客が完成品を選択するパターン（レディメイド＋チョイス）
- ③見込生産により生産側で取り揃えた多様な「本体」と交換可能な「付属品」のラインナップから顧客が選択して組み合わせるパターン（N×Nの選択肢増加）
- ④見込生産によってつくられた完成品または部品（調整部分を予め入れた生産品）の一部を、購入時や購入後に調整するパターン（半製品レディメイド＋チョイス＋部分カスタマイズ）。

これらからは、いくつかの整理軸が見出せる。例えば、「受注生産／見込生産」「完成品／部品」「生産側実施／顧客側実施」「そのまま／要調整」といった軸である。

2.1.2. 「マス」と「ファスト」：進展とその問題点

ID3.0時代の経済の基本は「マス（大量）」と「ファスト」である。

産業革命は「マス」で特徴づけられる。マスプロダクション、マスマーケティング、マスセールス、マストランスポーターション等である。これはさらに高度経済成長時代に発達した。共著者の妹尾は、この時期を「線形の消費主導経済」としてとらえ、その特徴の一つとして「買い換え、買い増し／買い足し、買い揃え」による消費促進を挙げている。他方、供給（生産）側は、ムダ・ムリ・ムラをなくす「合理化」と共に、次のような行動を基本とした。

- ① できるだけ万人受けするモノを生産する（既製品化）。これが「コモディティ化」を導く。
- ② 基本として全体の型は同じにして、部分（色や柄も含む）でバリエーションを生成し、顧客が多様な選択肢を提供されていると感じられる程度のラインアップ化を図り、「個客」がその範囲内で自由に選択できるようにする。（選択肢の多様化と顧客による選択の自由）
- ③ 必要に応じて、部分調整ができるように半製品生産し、購入時・購入後に「カスタマイズ」ができるようにするサービスを用意しておく。

だが、これは次のような側面も同時に持つことになる。

- ① できるだけ大量生産を行って限界費用を極小化する。それにより単位当たりのコストを最小限

にして価格（プライス）に余裕をもたせる。

- ② 顧客が購入する機会を失う「機会損失」を最小限にとどめるため、常時余裕ある在庫を確保する。
- ③ 競合が価格競争に陥らないように、常に「差別化（差異化）」商品を投入し、その投入頻度を加速させる。また意図的陳腐化を行って、商品のライフサイクルを短命化させる。

つまり、このように製品の量に関する「マス（大量）」と製品の質を連続的かつ迅速に変える「ファスト」が重要なコンセプトであると見なせるのである。

ただし、これらのことは必然的に供給過剰／過多を生み、売れ残り品が多数発生させる「未使用品」の増大が起こる。また、多様なラインアップが取り揃えられると、顧客は「買い換え、買い増し／買い足し、買い揃え」を行うと共に「ムダ買い・ムリ買い・ムラ買い（衝動買い）」を行うように仕向けられる。結果、多くの「使い残し品」が発生する。

特に、ID3.0 後期になると生産効率の格段の進歩により、「ファスト」が文字通り、より加速した。ファストファッションとファストフードが代表である。

ファストファッションとは、低価格で流行の最先端を取り入れた服を、短いサイクルで大量生産・大量販売するファッションブランドのことである。顧客は流行の服をいち早く、低価格で入手できるようになったが、低価格であるがゆえに買うことや捨てることに対する抵抗が小さくなる。他方、生産側も顧客の購買欲求を刺激するために、さらに短いサイクルで新商品を次々と世に送り出す。結果、クローゼットは流行遅れの不要な服で溢れかえり、家庭からゴミとして出される衣料品は年々増加する⁶。2000 年以降、ファッションアイテムの生産量は二倍に膨らんだが、その半分は売れ残りで廃棄（焼却と埋立）されるに至ったと言われ、欧州を中心に問題化している。そのため、現在欧州委員会は「未使用品の大量廃棄の届け出制」を指令化するとのことである⁷。

ファストフードは、注文するとすぐに調理・提供され、持ち帰りが可能で比較的低価格な食べ物と定義される。販売店では少品種大量販売を目指し、主力メニューを絞り込み、調理は極限まで合理化している。ビジネスモデル的には、そこにオプション（例えばトッピング等）の選択の余地をつくる「定食型」が主流となる。ハンバーガーや回転寿司などの場合、顧客を待たせないように販売数量をあらかじめ予測して作り置きするが、品質保持の観点から一定時間を過ぎると廃棄することが頻繁に行われる⁸。

近年某コンビニエンスストアで売れ残りの恵方巻きを大量廃棄することが報道され、多くの批判を浴びた。結果、現在は「予約注文制」を取り入れ、廃棄の最小化を図るようになった。また、回転寿司はかつて「受注生産」から「見込生産」に移行して一世を風靡したが、近年ではロス率を下げる方向性とデジタル化が進んだことにより「受注生産」に（スパイラル的）回帰を始めている⁹。

いずにせよ、このように「ファスト」が進展すればするほど、モノが大量生産され、安価に大量販売を志向されるようになってしまう。結果、売れ残りや使い残しが発生し、最終的には「未使用品の大量廃棄」として社会問題化するようになったのである。

つまり、ID3.0 の時代は「マス」と「ファスト」が、一方で枯渇資源問題を助長する形で動き、他方で、その結果として環境汚染が進んでしまっているのである。

2.1.3. Industrie4.0 における生産方式と顧客要望への対応

ID4.0 は、ID3.0 を進展させ「CPS」を活用した「スマート工場」を中心としたエコシステムの構築を目標としている¹⁰。

ID4.0 では、顧客からデジタルでの受注を起点として、ネットワーク経由でロボットなどが上位システムや周囲の装置、ヒトと常に情報交換を行い、IoT とデジタル技術を活用することで、状況に応じて生産工程や生産対象を動的に組み替えて生産工程の最適化が行われることを指す。また IoT によるセンシング、AI によるビッグデータ解析等をはじめとするデジタル技術の進展により、受注から設計、調達、製造、提供までの全工程が繋がるということが可能となるという。つまり、大量生産ライン上で多品種変量生産、適時適量生産等、効果的効率的な自動化ができるとされる。理論上は、仕様が異なる製品が全品、同一ライン上で一気に大量生産できることになる。これを「マスカスタマイゼーション」と呼ぶ。

つまり、個々にカスタマイズされる製品が大量に同時連続生産されるイメージである。また、これは「オンデマンド」の個別生産を可能とするため、その結果、基本的に、多様な半製品を取り揃えたり、完成品の在庫を確保しておく必要はなくなるとされる。

この ID4.0 におけるマスカスタマイゼーションが意味することは、「個客」への対応が大量生産ベースで可能になるということだ。例えば、「個客」毎の注文に合わせた個別製品を 3 次元で設計し、それをまとめて 3D プリンタで大量同時成型することができる。あるいは、「個客」の身体情報を別々にスキ

ヤンし、それに基づいて個別に3D縫製すれば、「個客」固有の服づくりが可能となり、それを別々に行うのではなく、一気に同時連続的に行うことも可能となる。

つまり、カスタマイズが予め行われ、余分な見込生産が不要になるため、売れ残りの未使用品という廃棄予備軍をつくることがなくなる。また、ムダな材料を使わなくて済ますことができるので、資源消費を最小限に抑えることができるのである。

3. 「マスカスタマイゼーション」の事例

以下に、「マスカスタマイゼーション」の事例を2つ挙げる

事例1：アディダスの「スピードファクトリー」¹¹

ドイツに本社を置くスポーツブランドであるアディダスでは、従来、靴の生産から顧客の手元までに届くのに約18ヶ月かかっていた。生産の大部分を人件費の低いアジア諸国で行っていたため、設計情報の共有から手作業による生産、そして船便を使った完成品の運搬に時間を要した。この問題を対処するため、同社は2016年にドイツ国内でのID4.0的生产を開始した。生産拠点となる工場「スピードファクトリー」では、設計から店頭に並べられるまでのリードタイムを数週間まで、圧倒的に短縮させた。同工場では入力したデータを基にロボット生産が行われる。この生産の中核は「ARAMIS（アラミス）」という三次元モデル技術だ。靴の素材や足形に関する極めて詳細な情報を基に、靴にかかる圧力や変形の度合いなどを計算し、「個客」毎に異なる靴のデザインを決定する。スポーツ用品店に訪れた顧客は足形を計測し、それに基づき「ARAMIS」がデジタル設計を行い、そのデータに基づいて工場でのロボット生産が行われる。生産された製品はでき次第顧客に配達される。これにより、「個客」要望に対応した靴を、人件費が高いドイツでも低コストで迅速に生産でき、かつ運搬コストも削減できるようになった。

事例2：補聴器^{12, 13}

伝統的な補聴器生産では、鋳型を製造し、個人の耳の形状に合うように鋳型の調整から最終的な製品の縁取り（トリミング）までの9段階で構成されていた。1990年代になり、補聴器は個人の耳型形状と難聴の特徴に合わせて作るオーダーメイド補聴器が主流になった。1999年、このオーダーメイド補聴器の三次元CAD/CAM化に関する研究プロジェクトが発足され、2003年に個人の耳型形状による三次元設計とその電子データを利用した生産システムが実用化された。採取した顧客の耳型を赤外線レーザーで三次元データ化した上で、これと事前に三次元設計された補聴器ユニットデータとをコンピュータ上で組み合わせ、個人の外耳道形状に最適なレイアウト設計とシェル（補聴器のケースに相当する部分）の形状データを作成し、それを3Dプリンタで自動生産するシステムである。これにより補聴器の生産工程はスキャニング、モデリング、プリンティングの3段階に短縮され、効果的・効率的生産であると共に「個客」にとっても効果的・効率的な提供が可能となった

4. サーキュラーエコノミー（資源循環経済）におけるモノの生産と使用^{14, 15, 16}

モノ消費による経済活性化の消費主導型線形経済を続けていると、資源枯渇と環境汚染という2つの問題により人類存続に適した地球環境の維持が困難となる、と共著者の妹尾は指摘している。この状況の打開には、持続可能な「サーキュラーエコノミー（資源循環経済）」への大転換を行うべきだとする。

「資源循環」と言うと、ついリサイクルに目が向きがちとなるが、モノ消費とエネルギー消費を最小限に留めるには「使用・再使用」中心の経済への転換が必要である。妹尾は、この「使い続け」に関して「ユースの延伸・リユースの繰り返し」の方策を4段階で整理している。

第1段階「そのまんま」継続使用：

丈夫で長持ちに設計・製造されていることが起点となる。所持者による新品継続使用でも、他者の中古品の「そのまんま継続使用」でもメンテナンスは必須となる。リペア（修繕）、リプレース（部品部材交換）、リフィル（消費材補充）、リチューニング／リアジャストメント（再調整）、リカラー（色替え）、レトロフィット（更新）などが行われ、それぞれに適した技術が必要となる。これは当然「モノづくり治し（修理・修繕）」である場合も含まれる。

第2段階「第2人生的」別用途展開：

例えば、電気自動車用バッテリーの能力が低下した場合でも、他の機器電源や家庭の非常用電源など、当初目的の用途電源に活用できる。つまり別用途使用に展開する「セカンドライフ」化であり、それによりモノを使い切ることが可能となる。その後、ようやくリサイクルになるのである。

第3段階「現世変身的」準新品化：

例えば出荷検査ではじかれた多少調子の悪い製品や、手直しが必要な中古品などをリファーマビッシュ

(準新品化) することがある。これは「モノづくり直し」である。つまり未使用品を廃棄に直行させない手立てである。

第4段階「フランケンシュタイン的」再生産：

完成品を部品部材に分解し、それらの部分を組み合わせて再構成し、異なる全体品に変身させる。これは完成品寿命と部品寿命の差異から生まれる機会を活かすということだ。これには「モノばらし・はがし・くずし・ほぐし」などによるパーツ化（部分化）に関する「反生産技術群」と、リマニファクチャリング（再生産）などの再生産技術が求められる。いわば「モノづくり替え」によるアップサイクル的活用であるとも言えよう。

そして、どうしようもなくなつて初めて、「モノつぶし、モノこわし」を経て、素材の原料化（再生資源生産＝リサイクル）となる。ここでは分離・分解技術や分別・選別・抽出技術、そして回収技術などが必要となる。（これらには物流のストックやフローのあり方が重要になるが、ここでは触れない）

5. マスカスタマイゼーションは資源の最小化に寄与する

ID4.0 の特徴の一つである「マスカスタマイゼーション」はサーキュラーエコノミー、資源循環経済においてどのような寄与が期待できるのであろうか。本章では、それを検討する。

ID3.0 までの「個客」受注生産による「カスタマイズ」では、「個客」要望を受注時に生産側に伝え、それに応じて生産が行われた。完成品を構成する部品群はある程度のラインナップを持っており、その中から要望に合った部品を選択し、その一部を調整する。つまり、完成された部品部材になる前の状態、半部品部材レイヤーに多数のラインナップが存在する。先ほどと同様、部品部材レイヤーの下位では部材が多数用意される。

他方、大量生産した「レディメイド半製品のカスタマイズ」では、生産側が取り揃えたラインナップから顧客要望に近いものを選択し調整していた。この生産側が取り揃えたラインナップは、まだ完成品になっていないため、半製品と捉えられるのだ。この半製品は、一部調整により完成品レイヤーに移行する。顧客要望に対応するために、半製品レイヤー、部品部材レイヤー、素材レイヤーでそれぞれに対応した複数の部品部材や素材を用意する必要がある。

つまり、ID3.0 までの「カスタマイズ」は、完成品レイヤー／部品部材レイヤー／素材レイヤーに加え、それぞれの間に「カスタマイズ」に対応するための半完成品／半部品部材レイヤーを用意しなければならない。

他方、ID4.0 の「マスカスタマイゼーション」になると、IoT やデジタル技術により受注から顧客提供までの全ての工程が一貫してデジタルデータとして管理される。そして、サイバー空間に仮想の完成品レイヤー／部品部材レイヤー／素材レイヤーをつくる。サイバー空間上で「カスタマイズ」をバーチャルに試行することで、フィジカル空間では同等の3つのレイヤー構造のみで「カスタマイズ」を可能としたとみることが可能性となる。CPS や DX の活用により、レイヤー構造を単純化し、選択肢を各レイヤーで用意しなくて済むこととなると言える。そこで「マスカスタマイゼーション」は今後の資源循環経済に資するモノの生産だと考えられる。

また、「ツイン」の生産という側面もある。一つは「デジタルツイン」を通じた生産である。例えば「個客」の身体的データに基づき、衣服をつくる場合である。「個客」毎のフィジカルデータにモノのデザインとその調整が行われ、その上でリアル（フィジカル）な服が一点物として生産される。例えば、島精機のホールガーメント生産である¹⁷。もう一つは、上記の逆である「アナログツイン」を通じた生産である。例えばコンピュータ上（on silicone）で作成された分子構造を設計図として、試験管（in vitro）や生体内（in vivo）でタンパク質合成というリアルなモノを生産する、といったことだ¹⁸。

さらに、3D プリンタを使うということは「一体成型」カスタマイズの進展と、逆に部品レベルのカスタマイズを可能とする。ただし、これはリユースに関する問題点を含んでいるかもしれない。この辺りは、今後の要検討分野だと考える。

ところで、一端生産されて循環構造の中へ放り込まれた「カスタマイズ」製品はどうなるのだろうか。

「カスタマイズ」されたモノが循環構造の中に循環するためには、現在のところ、次の諸点が重要であると考えられる。

- ① 製品設計段階から部品部材はモジュール化／標準化、分解・再組み付けしやすい設計を行い、素材はできるだけ単一素材化し、複数素材の場合は後で分離しやすくしておくこと。（この具体化が、欧州委員会の提案する「エコデザイン指令¹⁹」であると思われる）
- ② どのように「カスタマイズ」されたか、その情報が全てのレイヤーのモノに関して把握できるこ

と、さらにその情報について生産者またはそれに関連する人が責任を持つこと。(この具体化が、欧州委員会の提案する「デジタルプロダクトパスポート (DPP)²⁰」であると思われる)

- ③ 再生産に必要な部品部材や素材の調達は今あるモノからの分解から得る必要があるため、再生産と分解の需給調整が必要となること。(この具体化が、まさにDXの本領発揮部分であろう)

これらは、ID4.0の「マスカスタマイゼーション」と連動する可能性がある。その具体的可能性については、まだまだ検討が必要である。

6. むすび

生産方式と顧客要望への対応という観点で見るとき、消費主導型経済における「カスタマイズ」の中でも、「個客」受注生産、大量生産したモノの一部調整、ID4.0の「マスカスタマイゼーション」等の展開を見ることができた。他方、サーキュラーエコノミーに向けて資源枯渇対策と環境汚染対策が急務である現在、ID4.0の「マスカスタマイゼーション」は注目に値する。DXの活用によるCPSを念頭に、ムダな生産を減らし、売れ残りや使い残しを少なくすることができる可能性が見える。ただし、これらは対象とするモノの種類によって大きく異なるはずだ。その点はさらなる検討が必要だ。

今回は「カスタマイズ」概念を俯瞰的に検討する初めての試みだったので、まだまだ荒削りの議論である。今後さらに、「カスタマイズ」概念の消費主導経済における役割・機能・意味を深掘りすると共に、サーキュラーエコノミー、資源循環経済における「マスカスタマイゼーション」の役割・機能・意味を調査研究するようにしたい。

参考文献【Webサイトへの最終アクセス日：2022年09月14日】

- ¹ 川野俊光「ドイツのモノづくり政策 Industrie4.0 が狙う製造業の標準化戦略」『日本ロボット学会誌』Vol. 3 No. 5 pp. 318-324、2015年6月
- ² 豊田太郎「大量生産・大量消費の経済史ーテイラー・システム、フォード・システム、大衆消費社会ー」『札幌大学総合論議』第34号、2012年10月
- ³ 妹尾堅一郎・関口智嗣『グリッドー技術が起こすサービス革新ー』、アスキー、2006年。
- ⁴ 妹尾堅一郎「「サービス・ホスピタリティビジネス」検討に役立つ概念群」、『ていくおふ』、No. 141, ANA 総合研究所、2016
- ⁵ 藤岡里圭「高度成長期における百貨店の高級化と特選ブランドの役割、経済論叢 第187巻 第3号、2013年12月
- ⁶ 金満有加「ファストファッションの光と影ー「早い・安い・おしゃれ」がもたらしたものー」『高知工科大学マネジメント学部 学士論文』2015年
- ⁷ European Commission “EU Strategy for Sustainable and Circular Textiles”、30th March 2022
- ⁸ 小林富雄・竹谷裕之「フランチャイズチェーン店における食品廃棄ロスの発生と品揃え戦略ー環境・デフレ時代のファーストフードショップにおける事例としてー」『フードシステム研究』第9巻 3号、2003年3月
- ⁹ 宮本聡治・妹尾堅一郎・伊澤久美「石野グループの回転寿司コンベア事業のビジネスモデルと知財マネジメント」、2A2、日本知財学会第18回年次学術研究発表会予稿集、2020年。
- ¹⁰ 総務省『平成30年度版情報通信白書』2018年7月
- ¹¹ 佐藤隆之「アディダスの全自動工場「スピードファクトリー」は何がすごいのか」『ビジネス+IT』2016年12月08日、<https://www.sbbi.jp/article/cont1/32964>
- ¹² 市田陽児「生産システムのパラダイムシフトー3Dプリンタ、ホールガーメント横編機の事例からー」『商学集志』第88巻 第4号、2019年3月
- ¹³ 成沢良幸「オーダーメイド補聴器の三次元CAD/CAM化」『日本機械学会誌』Vol. 107 No. 1033、2004年12月
- ¹⁴ 妹尾堅一郎「SDGsは資源循環経済への一里塚ー工業新技術、仕込みは今から」『日刊工業新聞 オピニオン講壇』2021年10月4日
- ¹⁵ 妹尾堅一郎「資源循環経済移行へ新潮流ー長持ち製品で「脱・消費」を」、『日刊工業新聞 オピニオン講壇』2021年11月22日
- ¹⁶ 妹尾堅一郎「「使用・再使用」を経てリサイクルー資源循環前提のモノ設計を」『日刊工業新聞 オピニオン講壇』2022年1月10日
- ¹⁷ 妹尾堅一郎「事例1. 島精機製作所」「世界的中堅企業の知的財産戦略 (1)」、『社会と知的財産』、放送大学教材、日本放送出版協会、2008年。
- ¹⁸ 妹尾堅一郎「農林水産業のイノベーションに関する他産業貢献・産学官連携」、2B09、研究・イノベーション学会、2017年。妹尾堅一郎「デジタルツインとアナログツインーサイバーとフィジカルの両者で時代は動くー」新潮流のビジネス航海術 No. 18、月刊、月刊『時局』、時局社、2018.9月号。
- ¹⁹ The European Parliament and of the Council “Directive 2009/125/EC”、21st October 2009
- ²⁰ European Commission “Proposal for Ecodesign for Sustainable Products Regulation”、30th March 2022