

Title	モノからコトへの転換は単位系による価値創造
Author(s)	若林, 秀樹; 服部, 将志
Citation	年次学術大会講演要旨集, 38: 966-971
Issue Date	2023-10-28
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/19160
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

モノからコトへの転換は単位系による価値創造

○若林秀樹(東京理科大 MOT)、服部将志(東京理科大 MOT/太陽誘電)

wakabayashi.hideki@rs.tus.ac.jp

1. はじめに

モノからコトへの転換が叫ばれて、久しいが、肝心のコトの定義については、ハードからソフト、あるいは、パッケージからソリューション等、様々な解釈があるが、なお曖昧だ。

しかし、単位系¹で考えると、モノとコトの差は明確になる。モノとは、価値の取引単位が、kg、m²など、単純な物理量で測れるものであるが、コトとは、それ以外の二つの場合である。

すなわち、bit 等の新概念の単位、カーボンニュートラル志向で bit/J 等の複数の単位系が組合されて新たな価値観が創造される場合と、そもそも、単位操作が難しい場合である。

本稿では、単位系の概念により、モノとコトの定義を試み、モノからコトへの転換や計量化が可能であることを示す。更に、位相空間論²からの視点で、コト、更に、「イミ(意味)」を考察する。モノとコトの計量化により、経済規模を評価した。更にモノコト指数により、モノ経済とコト経済の収益性の差も試算できたので報告する。なお、モノやコトの片仮名表示、平仮名表示は同じとする。

2. 先行研究

モノからコトへの先行研究は数多い。東によるコト・マーケティング³ [1]、本学会でも 2014 年のホット 이슈の「次世代ものづくり基盤技術の俯瞰に向けた検討」⁴ [2]、産業競争力懇談会による「グローバルもの(コト)づくり」⁵ (2012 年 3 月) 等、DX、デザイン、イノベーション、マーケティング、消費、ブランド、知財、など様々な視点で議論がある。単位系に関する先行研究もあるが、物理の SI 単位系など度量衡のトピックスであり、価値創造の話ではない。スマイルカーブから「モノは価値が低く、コトは価値が高い」等の論調は多いが検証された例は少ない。

和辻は、「こと」の意味を「もの」との違い⁶を明らかにし、横断型基幹科学技術研究団体連合(横幹連合)でのコトづくりの研究、また、蘆澤、櫻木は、「コトづくり」「ものづくり」を『『コトのデザイン』の分析と可視化の試み』⁷ [3] において再定義した。

多くの場合、「顧客が実現したいコトを起点としたビジネスモデルの開発」を「コトづくり」と定義している場合が多いが、既に指摘されているように曖昧である。英語化も困難であり、「System」や、結局、「kotozukuri」になる、むしろ、「intangible」に近いが、これは、モノは有形固定資産的であり、コトは無形固定資産的だからだ。

いずれにせよ、これらの定義では計量化が難しい。そもそも、コトは計量可能なのか、有理数か無理数か、スカラー量かベクトル量か、位相空間集合ではどこに属するののかも不明である。

そこで、モノからコトの差は、単位系の違いであり、コトとは、新たな単位系による価値であり、ユークリッド空間だけではない位相空間にも存在するのではないか。そして、コトの先に「イミ」があるのではないか。これは、NEDO プロジェクトでの KPI、半導体では FoM⁸が技術開発目標となっているが、それこそが新たな価値観の元で新しい価値を創出することにもつながる。また、単位系で考察することで、ある程度の計量化も可能になろう。

¹ 物理学では Kg や m 等があり、MKS 単位系や、国際単位系に SI 単位系がある

² 数学の一分野で集合論の先にある、一般的にはトポロジー等で有名

³ 東利一「コト・マーケティング」、『流通科学大学論集—流通・経営編』2009

⁴ 岡山純子他、次世代ものづくり基盤技術の俯瞰に向けた検討 年次大会講演要旨集 2014

⁵ [thema43-L.pdf \(cocn.jp\)](#) 2023 年 9 月アクセス

⁶ 和辻哲郎「続日本精神史研究」1962

⁷ 蘆澤、櫻木『『コトづくり』『ものづくり』の再定義』横幹連合 [P123-P131Ashizawa.pdf \(trafst.jp\)](#)

⁸ Figure of Merit、性能指数

3. コトとモノの再定義

そもそも、モノとは、経済活動の対象になり、計量可能であることが前提となる。それゆえ、重量当たり等による取引単位としての単価があり、個数や重さ等の量があり、売上規模があり、スケールすることで、ビジネスが成り立つ。売上を伸ばすには、単価アップか、量の拡大である。

経済取引である以上、取引単位が必要だが、その歴史的推移をみると、重量から、19世紀の物理学等の進展により、馬力等の力学単位や更にアンペア、電磁気学単位が増えた。また20世紀後半から、情報化の進展で、bitなどの単位が広がり、それが取引単位にもなってきた。製品のシステム化により、エレクトロニクス、メカ、オプトなど多様な技術評価基準による価値も形成されつつある。その結果、重量の多寡や個数だけでなく、多様な単位系による価格、更には、ソリューションという単純な単位系や個数ではない形での経済取引が増えている。NEDO等の国家プロジェクトでも、単純な単位から徐々に、複雑な単位系による数値が研究開発の目標にされつつあるようだ。重厚長大時代では、馬力や発電力などパワーが重要であり、90年代の情報化時代では、ビットやバイト/秒、動作周波数等情報処理スピードが重視されていた。それがカーボンニュートラルの流れの中、ビット/jなど省エネを意識した数値になっており、将来、価値を形成する単位になっていくだろう。

図表1 単位系で見たモノからモノコト、コトさらにイミの推移 (出所)若林秀樹 2023

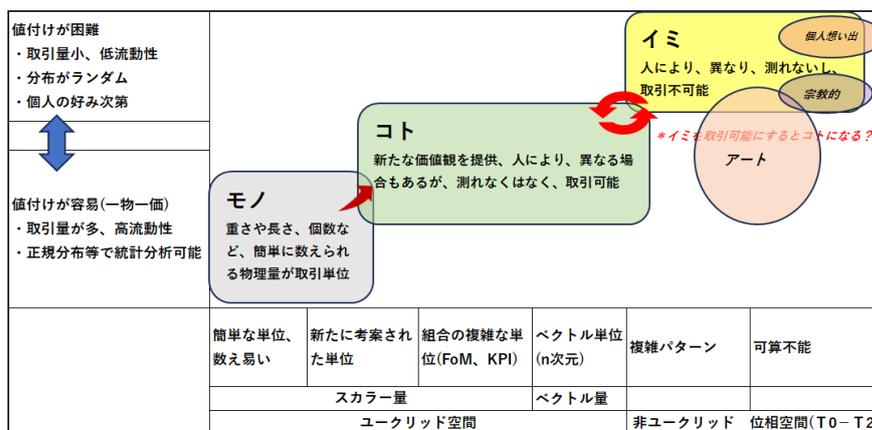
		モノ	モノコト	コト	イミ
単純単位 m, m ² , m ³ , g, etc	~18世紀	○			
理工学単位 寸, 7, Pa, etc	19世紀~		○		
組合せ単位 寸/j, (領域融合)	20世紀~			○	
情報単位 bit, etc	1970年代~			○	
情報と組合せ単位 bit/J	21世紀			○	
価値単位 ¥	農耕時代~				○
価値組合せ単位 Bit/¥	現代?				○
まだ定量化されていない価値 幸せ、ワクワク	現代?				○

モノの条件は、計量可能かつ取引・値付け容易性(流動性)

経済取引が成り立つための条件は、第一に計量可能性である。上記に示したように、重量や面積、長さなどの単純なもの、FoMのような複数の組合せがある。これらは、スカラー量であり、円/Wh、円/(Bit/J)等で計量できる。単位系では計れない複数の基準によるものは、ベクトル量だと言え、円がスカラー量であるが故に単位系操作が難しい。これらは、有理数であれ無理数であれ、ユークリッド空間である。しかし、そもそも、定量化が難しいアートのように、画像や音声パターンが価値評価になる複雑性を持つ場合もある。

条件の第二は、値付けの容易性、一物一価が成り立つか否か、流動性、正規分布で統計処理により平均値などで対応できるかがある。売買高が少なく、流動性がない、取引分布がランダム、更には、個人の好みが多様で、値付けが困難というものもある。アートは、取引可能なもの、不可能なものもあるが、宗教的なもの、個人の思い出などは取引対象ではない。しかし、相続では値付けが必要だ。

図表2 経済取引は計量可能性と値付け容易性の二軸、モノからコト、イミへ (出所)若林秀樹 2023



以上の2軸で見ると、左下はモノであり、右上に向けて、コト的なものが増えてくる。右上はコトを超え、むしろ、「イミ」と言える領域ではないか。すなわち、この単位系と値付け容易性により、モノ、コト、更にイミを定義すれば曖昧さは無くなり、売上等の規模を経済取引単位で計量できる。

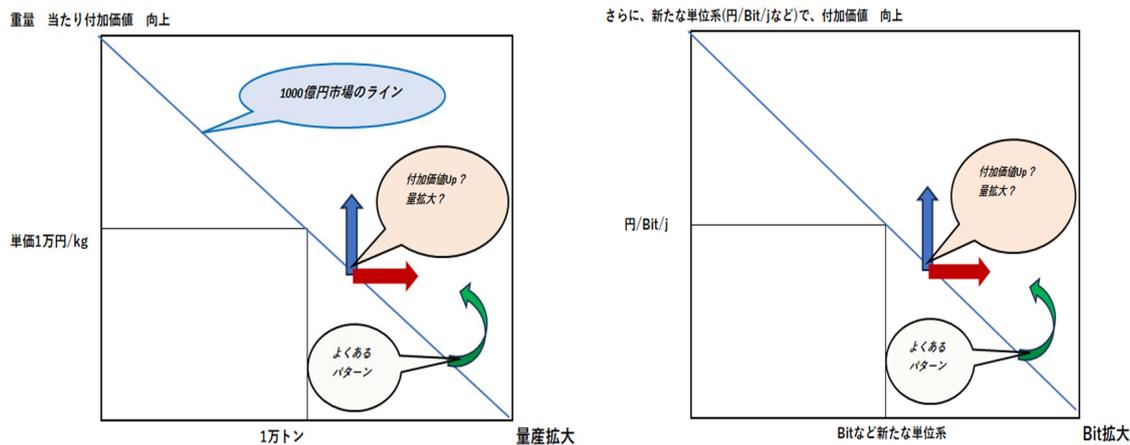
4. コト経済への事例

ここでは、新たな単位系による定義により、ケーススタディとして、コト経済への事例について、示したい。

重量当たり付加価値分布に見る～超万物開關図譜⁹ [4]

取引単位の基本は重量単位である。川口盛之助は 2400 種に及ぶモノの価値分布を分析した。すなわち、重量 1kg 当たり価格（キロ単価）を縦軸に、総出荷重量を横軸にした図譜であり、国内市場では、概ね売上 1000 億円ライン上に分布が多い。売上スケールは、量の拡大(重量増)か、単価アップであるが、単価アップとは、重量で測れない要素を訴求するということだ。

図表 3 重量当たり付加価値分布から新単位系当たり付加価値分布へ (出所)若林秀樹 2023



ここから更に価値転換が可能である。重量から、例えば、ビットや馬力に重きを置くと、それぞれ、情報量、パワーが多いことが価値になる。しかし、いずれその価値の単位だけでは価値アップは飽和し、新たな価値の単位系に基づく単位系、bit/J、Wh/時間などが重量になる。すなわち、bit や馬力を横軸におくと、bit/円、馬力/円は一定で、横軸がスケールを決めることになる。それが、次第に価値の飽和を生み、それ以外の単位要素が必要になる。つまり、新たな単位系ができれば、それでスケールでき、それを横軸にすればよいが、また縦軸の価値単位の飽和がおこり、縦軸を横軸に変えるという、転換の繰り返しとなる。それが価値創造でもある。

半導体はビット単位を考えてモノを脱した

半導体では、シリコンは kg 単位で売られるが、ウェハになると、品質差はあるが、8φ、12φと基本はm²単位である。メモリになると、品種などの差はあるが、bit 等の単位になる。

ディスプレイでは、最初はガラス板だが、膜が形成され、やはり、m²や画素数等が単位になる。画像センサーも画素数だが、ダイナミックレンジ等、用途に応じた価値観で値段が変わる。

ソフトでも、紙は kg や枚数だが、原稿料は字数だ。プログラムならコード数や人月であり、そこに、価値観の違いはない。そうであれば、ソフトでもモノだ。著名な作家の原稿であれば、そのブランドから、もはや枚数や重量ではなく、コトの度合が強くなる。原稿なら、文字や表現の関係や新規性が客観的な単位で表現できれば、コトへの転換が図れる。プログラムなら、実行されるハードの負荷の少なさとか、ユーザがメリットを感じる何らかの価値を客観的単位で表されれば、コトだろう。これが、コトになるためには新たな単位系が必要になる。シャノンの情報量の定義であるエントロピー等の単位は多少、コトに近いかもしれないが、完全にコトとは言えないだろう。

図表 4 半導体、ディスプレイ、ソフトの単位系の価値転換 (出所) 若林秀樹 2023

	半導体		ディスプレイ		ソフト(プログラム) 原稿料等	
モノ	素材 シリコン	¥/kg	素材	¥/kg	紙	¥/g
	ウェハ	¥/m ²	ガラス	¥/m ²		¥/枚数
モノコト	半導体チップ	¥/bit	TFT液晶 パネル	¥/画素数	文字数 コード数	¥/(字、コード)
		¥/一般FoM		¥/一般画質		
コト		¥/独自FoM		¥/独自画質	性能機能	¥/独自機能
コト?イミ?	CN対応チップ	¥/bit/J	モジュール	¥/映像	意味、価値(文学等)	?

⁹ 超万物開關図譜 | 日経 BP【公式】(nikkeibp.co.jp)

日経商品指数

日経新聞の市況欄に日経商品指数がある。その歴史は長く、日次の17種は1974年から、月次の42種は1975年から公表、現在のものは、2006年に入替えた品目ベースである。多数の事業者が自由に現物を取引、需給等により価格が変動する品目が採用されているが、市場や取引変化に応じ品目を入れ替え、景気先行指標としての信頼性を維持している。つまり、値付け容易性が重視されている。その意味では、モノとしての度合が強いものが多いといえる。しかし、半導体スポットでは、DRAMは個数(ビット単位)が採用されており、半導体もコトからモノに進化しつつある。

図表5 日経商品指数の例 (出所)日経新聞市況欄より作成

	主な例	単位		品種	ブランド
石油 8種	原油	バレル	体積	ややあり	
	ガソリン	kl	体積		
	ナフサ	トン	重量		
貴金属地金 9種	金	グラム	重量	無し	
	プラチナ	グラム	重量		
非鉄地金 6種	銅	グラム	重量		
	鉛	グラム	重量		
半導体スポット 2種	DRAM DDR 4Gb	ビット(個)	ビット	少しあり	
	DRAM DDR 8Gb	ビット(個)	ビット		
鋼材 14種	条鋼 異形棒10mm	トン	重量	ややあり	
	条鋼 平鋼 6×50mm	トン	重量		
	鋼板 冷延1.8mm	トン	重量		
	電気亜鉛メッキ鋼板 熱延1.6mm	トン	重量		
天然ゴム 2種	RSS3号	キログラム	重量	ややあり	
繊維 5種	綿糸 20単	コリ 梱	長さ	ややあり	
	スフ糸 30単	グラム	重量		
	毛糸 48双	キログラム	重量		
砂糖 11種	上白	キログラム	重量	ややあり	
	グラニュー	キログラム	重量		
小豆・大豆 7種	中国産	キログラム	重量	あり	
	帯広 大正金時	キログラム	重量		

NEDO プロジェクトの KPI と半導体開発の MoF のトレンド

NEDO プロジェクトでは、技術開発目標として、目標に合わせて、KPI があり、生産や性能、コストに応じ、何を重視しているかが分かる。複数の KPI がある場合は、独立な二軸(性能とコスト等)をとって、二軸マップとして、目標管理やベンチマークとして利用されているようだ。エネルギー分野、半導体分野で、様々な KPI が導入されている。これらのプロジェクトが実用化された場合には、これらの KPI が価格の基準、取引単位に重要なものになる。

図表6 NEDO プロジェクトの KPI (出所)NEDO の HP より若林作成

NEDOプロジェクトのKPI

燃料電池・水素技術開発ロードマップ (FCV・HDV用燃料電池) FC生産技術 100957122.pdf (nedo.go.jp)	
生産KPI	2030年の国内生産台数目標を21万台/年、生産速度の目標を0.5秒/セル(連続工程15m/分)と設定した。月6000台(7万台/年)規模で製造速度(タクトタイム)は0.5秒/セルが必要
コストKPI	HDV FCシステム 0.9万円/kW * FCシステム 0.45万円/kW FCV FCシステム 0.4万円/kW * FCシステム 0.2万円/kW
生産技術KPI	①粒径<3μm、ろ過歩留>99.9% ②脱泡混練時間 従来法▲70% ③塗面欠陥なきこと(ダマ、ひび) ④触媒層気孔率>65% ⑤乾燥エネルギー▲70% ⑥排風量▲70% ⑦Pt歩留>98% MEA化 セル化 セルのシール信頼性の確保 RtoR貼合の高速・高精度化 型レス、使い捨て材レス ①位置精度±0.5mm@50m/分 ②裁断加工費 ▲70% ③搬送加工費 ▲70% 流路形成 高性能流路形成技術の確立 印刷・3DP活用 簡素なプレス加工 型費削減 ①リブ高さ300μm@0.5秒/セル ②成型荷重▲70% ③型製作費▲70% 表面処理 低コスト高耐久表面処理技術の確立 真空蒸着からの脱却 ①表面処理時間短縮 10秒/枚 →電力▲80% ②設備投資▲80% エージング エージング工程の短縮化 レス化 セル製造工程における触媒被毒抑制とプロトンパス形成促進 ①エージング時間<5分 ②設備投資額▲80% ③湿潤工程 <5分 ④検査用H2ガス使用量▲80%
高性能蓄電池の研究開発 100939959.pdf (nedo.go.jp)	
	バック エネルギー密度 (Wh/kg, Wh/L) * ・バック 出力密度 (W/kg, W/L) * (容量密度 (mAh/g, mAh/cc))
	各金属の回収率 (%) * ・各金属の回収コスト (円) * ・品質に関する指標 (例えば、純度、蓄電池材料に再利用した場合の再生材比率等) *
パワー半導体 vision-opt-oxide-002.pdf (nedo.go.jp)	
	TSD密度 現状の約1/3 BPD密度 現状の約1/10 多形混入率 現状の約1/3
次世代データセンタ アクセラレータ 100938465.pdf (nedo.go.jp)	
	5TB/s以上の高速なメモリ通信速度により、GPU等ではカバーしきれない幅広いアプリケーションに対応できる省電力アクセラレータを開発し、現行CPU比10倍の電力効率向上を目指します。

5. 機械統計の単位系分布

産業界全体での単位系の分布をみるために、工業統計の400以上の品目の単位系を分析した。工業統計に使われる単位に注目、その数をカウントした。

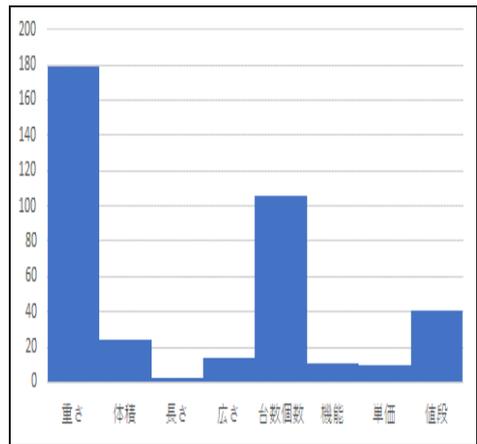
図表 7-1 機械統計の品目別の単位系

	重さ	体積	長さ	広さ	台数個	機能	単価	値段	導体ト	計
	179	24	3	14	106	11	10	41	4	392
鉄	26									26
非鉄金属電線	30		1	1	7				4	43
金属加工	17			1	7					25
生産用機械	10				10			4		24
汎用業務用機械	11				9	3	2	4		29
電子デバイス		1			5		8	2		16
電気情報通信機器	1				33	5		22		61
輸送機械					12	1		7		20
窯業土石	16	1		5	7					29
化学	53	2								55
石油石炭	6	17								23
プラスチック	9									9
紙パ	8			1	2					11
その他 繊維、タイヤ、楽器	8		1	6	19			3		37
合計	196	23	2	14	111	9	10	42	4	411

図表 7-2

単位別分布

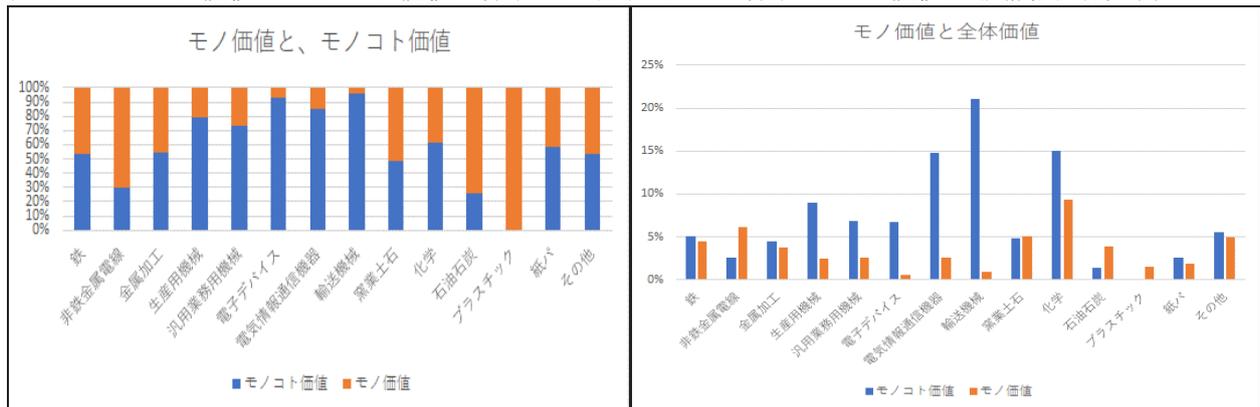
(出所)若林秀樹 2023



鉄鋼はじめ多くの産業でトン等重さが多い。長さや広さもある。他方、馬力やアンペアアワー等の機能の単位もある。個数や金額だけのものもある。単位系としては、重さが多く、37%を占め、次は個数である。当然ながら、産業別に、モノ的な単位系の割合は異なる。そこで、重さ、長さ、広さは、モノ度合が高く、機能や値段のみの単位系はコトの割合が多く、それを指数化した。これにより、産業界別にモノ価値とモノコト価値(コトだけを分離するのは難しい)。当然ながら、素材産業では、モノ価値の比率が多い。他方、金額ベースで見た場合に、モノ価値だけでは産業界に占める割合は小さい。電機や自動車、化学は大きな構成比を占めるが、モノ価値では電機と自動車は少ない。

図表 8-1 モノ価値とモノコト価値の業種別

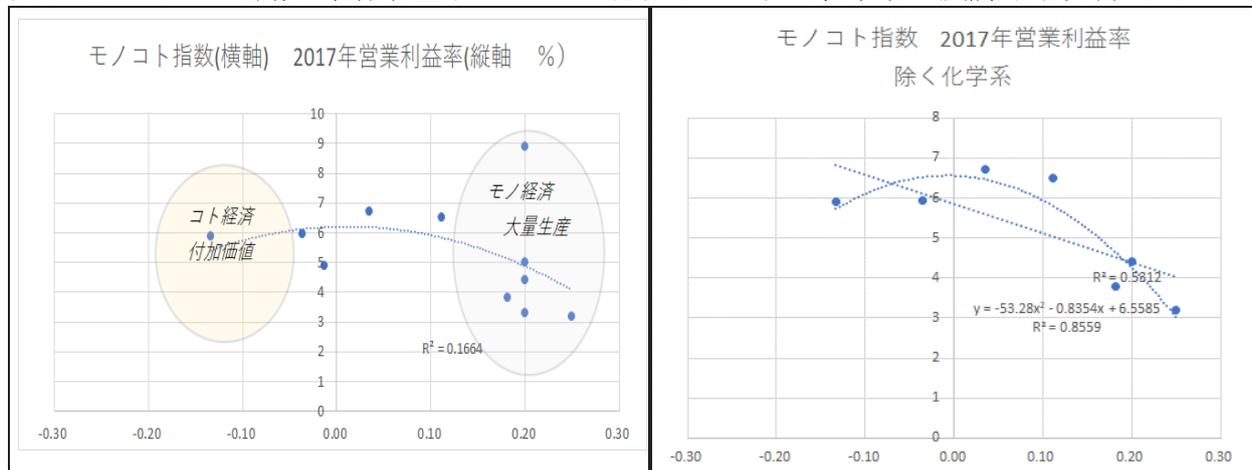
図表 8-2 業種別モノ価値 (出所)若林秀樹 2023



次に、モノコト指数を作成し、産業別の収益性との関係を分析した。具体的には、重さなどはモノ指数とし、機能や金額はコト指数として、差をモノコト指数とした。すなわち、マイナスであれば、コト経済、プラスであれば、モノ経済といえる。

図表 9-1 モノコト指数の営業利益率

図表 9-2 除く化学系 (出所)若林秀樹 2023



ここで、2017年の事例にしたのは、その後、コロナや米中摩擦があり、本来のモノコトと収益性の関係性を見るには不適と考えたからである。また、化学は収益性が高く、除いたベースでも分析した。コト経済とモノ経済で状況が異なり、逆U字になっており、適切なバランスがいいのかもしれない。

6. 単位系工夫のケーススタディ

興味深いことに、それぞれの単位系を見ると、同じ区分でも重さから機能、個数、と様々である。

図表 10 単位系の工夫の事例 (出所) 若林秀樹 2023

建設用クレーン	台	はん用内燃機関	PS	混成IC	百万円	板ガラス	換算箱	木毛・木片セメント板	千枚
ショベル系掘削機械	台	水管ボイラ	トン/h	千個	千個	安全ガラス	m ²	気泡コンクリート製品(ALC)	m ³
印刷機械	トン	ボイラ部品	百万円	トランジスタ	千個	複層ガラス	m ²	陶磁器製タイル	m ²
食料品加工機械	百万円	一般用蒸気タービン	kW	コネクタ	千個	ガラス繊維織製品	kg	衛生用陶磁器	個
個装・内装機械	百万円	蒸気タービン部品	百万円	電子回路基板	百万円	ガラス長繊維織製品	kg	電気用陶磁器	kg
化学機械	kg	ポンプ	kg	電子回路部品	百万円	複アルカガラス基板	1000m ²		
プラスチック加工機械	トン	圧縮機	kg	シクコンソロハ	百万円			紡績糸	トン
鋳造装置	トン	油圧機器	千円	乾電池	千個	紙密用板紙	トン	炭素繊維	kg
旋盤	トン	空気圧機器	千円	鉛蓄電池	鉛量トン	球ボール	1000m ²	綿・毛織物	m ²
研削盤	トン	クレーン	トン	アルカリ電池	1000Ah	大人用服おむつ	千枚	合成繊維織物(長繊維)	m ²
専用機	トン	コンベヤ	トン	ニッケル電池	1000Ah			合成繊維織物(短繊維)	1000m ²
マシンングセンタ	トン	エレベータ	トン					タフタフカーペット(不燃系)	m ²
機械プレス	トン	一般冷凍空調用冷凍機	台					不織布	kg
半導体製造装置	百万円	一般用エンジン発電機	kVA					ニット製下着・補整着	点
半導体検査装置	百万円	非標準三相誘導電動機	kW						
		PMモータ	台						
		サーボモータ	台						
		小形電動機(超小形電動機を除く)	台						
		開閉制御装置	百万円						

機械でも、クレーンやシャベル機械は台数単位、印刷機械、化学機械、プラスチック加工機、鋳造、研削盤等は重要単位、内燃機関はPS単位、水管ボイラはトン/時、ポンプや圧縮機、クレーンは重量単位、発電機はKVA単位、モーターは台数単位と様々だ。電子デバイスも金額と個数がある。電池は、個数から重量単位とAhの電気量単位、繊維系も、重量からm²、個数単位と様々である。

その単位系の差異の背景に技術がある。ガラスでは、重さを測るのは簡単だが、体積にするには、液体や気体であり、タンクなどがある、長さにするには、線材化の技術が必要で、光ファイバー等新しい。広さもシート状にする技術がある。機能は、PS(馬力)、Ahrなど電池で技術を訴求している。

7. 考察

素材産業は、モノ価値が中心であり、量産志向や「大きいことはいいことだ」という発想である。加工産業は品質が重視される。エレクトロニクスでは、軽薄短小志向である。まさに、単位系の差異にビジネスモデルや戦略がビルトインされ、モノとコトの差異がある。

図表 11 単位系とビジネスモデル (出所) 若林秀樹 2023

¥/単純単位	素材産業に多い、ボリューム大きいことはいいことだ
¥/理工学単位	素材産業+加工産業に多い、品質重視、クオリティ
¥/情報単位	情報産業 軽薄短小
¥/組合せ単位	カーボンニュートラル、etc等
¥/イミ?	???

地球上の人工物の重量は、2020年に生物の重量を超え、1.2兆トンに達したという。1990年頃は、0.4兆トンであったというから3倍である。世界GDPは、20兆ドルから、84兆ドルと4倍である。もし、重量計量経済のままであれば、60兆ドルに留まったことになる。今後はカーボンニュートラルや環境問題もあり、重量経済では成長は厳しいのである。

8. おわりに

単位系の操作を通し、モノからコト、更にイミへの転換可能性を指摘し、単位系による視点や位相空間論からの視点で、モノ、コト、イミで含めて再定義した。ユークリッド空間に属するコトに関しては、単位系操作が可能ゆえ計量化できることを示した。更に、モノやコトの経済規模を示し、モノコト指数により、モノ経済とコト経済の差異や収益性も試算した。単位系転換には価値観が含まれ、ビジネスモデルを内包している。

課題も多い。更に事例を増やし、既存の多くの研究との関係性も考察する必要がある。

参考文献

- [1] 東利一「コト・マーケティング」、『流通科学大学論集—流通・経営編』2009
- [2] 岡山純子他、次世代ものづくり基盤技術の俯瞰に向けた検討 年次大会講演要旨集 2014
- [3] 蘆澤、櫻木は、「コトつくり」「ものつくり」を『コトのデザイン』の分析と可視化の試み
- [4] 川口盛之助「超万物開關図譜」日経BP