

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 20 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24603003

研究課題名(和文) 民具の形に見る力学性の解明とデザインへの展開

研究課題名(英文) Investigation of the mechanical characteristic of the shapes of MING and development to design process

研究代表者

久保 光徳 (Kubo, Mitsunori)

千葉大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：60214996

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：自然発生的に作り出され道具として使用されてきた民具は、最適形状の一つである全応力設計形状の特徴を持つ軽くて強い構造体の一つであることが示唆された。本研究初期において、「力学性は力学手合理性である」としていたが、「民具形態に見られる力学性は、(形が有する)力学的合理性と(その形の作り手が有していたであろう)力学的感性との関わりによって構成される」との結論に至った。そして、作り手(ある状況においては生活者そのもの)が、ある素材を前にして、それが与えられた状況・環境において最も効果的に力学的合理性を具現化する形態への創造・造形過程を見極める特性を、「作り手の力学的感性」と定義できることを示唆した。

研究成果の概要(英文)：It was suggested that MING (historical handiworks) which was created spontaneously as daily used tool tended to have the mechanical characteristics of the all stress design shape that was one of optimized structure or light and strong structure. In the early period of this study, it was said that the mechanical characteristic seemed to be just the mechanical rationality, but reached a conclusion finally in this study, in which the mechanical characteristic of the MING consisted of the rationality and the mechanical Kansei which the craftsmen might have had. And, it was suggested that the competence of the craftsmen for finding out the proper processes of creating or making something in order to effectively realize the mechanical rationality in the MING should be defined as 'the mechanical Kansei of craftsmen', and it would be the Kansei of dweller as well if they were in a condition where they had to make some tools by themselves to live.

研究分野：意匠形態学

キーワード：民具形態 力学的合理性 力学的感性

1. 研究開始当初の背景

資料館や古民家において目にする民具の形に、門外漢ながらも何とも表現しがたい感動を覚えることがある。その形は、身の回りにあふれる工業製品や工芸品にすらなかなか見いだせない不思議な“存在感”を感じさせてくれる。むしろ素朴とも言えるその形態の奥に、多様でありつつも絶対的な何かが存在し、それがこの不思議な民具形態を支配しているようにも見えてしまう。「人はなぜその形を作り出したのだろうか」、「どう使うための形だったのだろうか」、そして「なぜその形は消えようとしているのだろうか」という思いから、自分が持ち合わせている唯一の形態評価手法である構造力学的視点に頼りながらこの疑問・興味に取り組みたいと考えている。民具の中でも農業、林業、漁業に従事する人の手において使用されてきた道具としての民具の形は、単純性、線形性の傾向を強く示す機能主義的な人工物形態とは根本的に異なる有機的な曲線、曲面によって構成されているように思われる。そして、その曲線や曲面のひろがり方、つながり方を構造力学的視点で観察する時、そこには圧倒的な力学的合理性が存在することを何度も確認させられることになる。正直なところ当初、民具に興味があった訳ではない。ただ形と力のバランスが取れたもの、もしくはその形が内包する力に素直に対応している、もう少し情に流された表現をすると“その力に呼応した形”が、民具に多く見られるのである。“その力に呼応した形”の尺度に客観性があるかと問われると、かなり苦しいところであるが、構造デザインを専門の一つとして様々な人工物のみならず自然物の形態の妙に心を動かされながら、その得体のしれないものへの自らの姿勢を定めきれないままにこの不安定な状況では、むしろ敏感にそのバランスを感じ取ることができるようである。これまで出会ってきた民具の形には、一瞬にして度肝を抜かれる“極めた形”を見ることができる。その感覚は“デザインされた”人工物にはなかなか見ることができない。鑑賞、解釈の余地なく、その形は大いなる存在感をもってそこにあるのである。そこには制作者のプライドやおごり、作為などの臭いに苦しまされることはなく、ただただ素直にその根源的な形の存在に感じ入るしかないのである。民具の形には間違いなく3次元に連続的に展開する最適な材料配置がある。適切な形をした適切な特性を持った素材を適切な方向を活かして、必要とする機能を具現化しているのである。そこには無駄な遊びは見当たらない。力学的に見てもとても合理的なのである。形に関連する力学的合理性は二つに大別できる。一つは形の重心位置とそれに対する支持の関係における合理性である。形の大きさが、人が物理的に扱える通常の高さであるとする時、支持を把持と置き換えれば、その形の重心位置を把持することでもっとも

容易に形全体を引き上げることができる。つまり、引き上げること、もしくは引き上げられることを目的とする形の場合は重心位置と把持位置との一致において合理性が定義できる。また、テコの原理を使用するような場合においては、このことは反対に、重心位置と把持・支持する位置とは効果的に離れていることが合理的な場合が多い。つまり、これらのような機構学的もしくは運動学的な形の合理性は、その重心と支持位置、そして形全体の重量のかかわりにおいて説明することができる。そしてこれまでに言及されてきた力学的合理性もこの論点の上でなされてきているようである。その一方で、形は多かれ少なかれ変形し、疲労し、壊れるものである。そして、目にすることができるその形はそれを構成するものの表面もしくは境界に過ぎず、内部には見ることでできない力の分布が広がっている。前者の視点(機構学、運動学的視点)のみではこのことへの想像もしくは理解は欠落する傾向にあるようで、この構造力学的視点による形の読み取りは建築物以外にはなかなか陽には記述されていないように思われる。ところが、民具の全体および部分に見られる形を目にする時、そこには間違いなく形とその形が内包する力との調和が存在することは否定することはできない。その調和を単に表面的なもの、装飾的なもの、丁寧な仕事によるものなどと片付けてしまうと、我々は先人たちが時間をかけて積み上げてきたかけがえのない知恵、それは我々がモノと、そして自然と対峙するときの根源的な姿勢をも暗示するものであるが、その意味を次に伝えることなく、その価値を失うことになるのである。これらの知恵は、それらを生み出してきた人にとっては当然のことであり、ことさらに取り上げることでないと感じられていることでもあるのだが、それらを生み出すことができないこれからの我々にとっては大いなる道標の一つとなりうることは間違いがないと考えている。本報告では、その知恵を「力学的感性」と定義したい。

2. 研究の目的

人の手によって自然発生的に生み出され、そして日常において使用されて来ている背負子やスキ、クワに代表される民具の形状に注目し、そこに隠されている力学的な意味を明らかにするために、初等的な材料力学および構造力学の手法を用いて力学的な形状評価を試みた。本研究では、これらの民具形態に対する考察を、材料力学・構造力学的視点のみならず、人の意が体現されたと思われる人工物に対する形態学的分析を試みる意匠形態学的視点で探り、それらの形状の意味・意義を確認し、そこに隠された“形態創造における潜在的な知恵”を明らかにすることを試みた。そして、その形態の根底に見え隠れする人とモノとの関係、モノを形作るその素材

との普遍的な関係を解明し、モノを創り出すための基本的なデザイン傾向・指針を明らかにすることを研究目的とした。


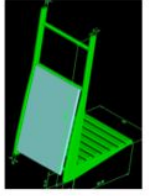
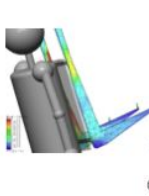


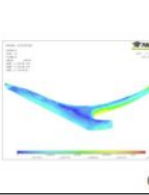


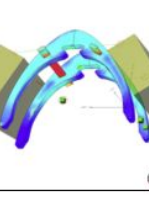
3. 研究の方法

岩井宏實氏が「民具研究ハンドブック（雄山閣，1985）」で指摘している民具の形態、使用特性に見られる“普遍性を持った技術体系”、“意識下に埋もれている技術領域の総体”を一般論としてではなく具体的で定量的な尺度（力学的視点，意匠形態学的視点）を持って再評価し，そこに見られる民具技術の普遍性を体系化するために広範囲にわたる現地調査，聞き取り，文献調査を実施した。現地調査においてはコニカミノルタ社製 VIVID910 三次元デジタルカメラを使用し，細密な形状データを採取する。聞き取り調査においては，それぞれの民具所有者もしくは使用経験者，その関係者へ対するインタビューを通して，民具と制作者，生活者との制作から使用，維持，廃棄までの関わりを聞き出すように評価グリッド法に従って実施した。文献調査においては，民俗学的アプローチの文献，および農学，農業技術的アプローチの文献を中心に情報収集を行い，その研究の内容，動向を数量化，類などの多変量解析手法に従って解析を行い，それら既存研究の成果の根底にあるものを明らかにした。これと同時に，収集された民具形状データに対する修正，加工のために Raindrop Geomagic, Inc. の geomagic studio6 を用い，その修正形状データに対する構造・機構解析を ANSYS Inc. の ANSYS Ver.12 および MSC 社製 visual NASTRAN 4D を使用して，静的および動的なシミュレーションを実施した。これにより，様々な形態を有する民具に共通して存在する力学的普遍性を体系化することを試みた。

4. 研究成果

本研究において形態解析を実施した白川郷の背負子，新潟県津南町の踏鋤，新潟県山古志村の荷付鞍，中国侗族の天秤棒の形態に共通してみられる特徴は，1)制作者が特定できず，その形態生成は自然発生的になされている，2)その形状は直線的でなく，多様に変化する曲率を持つ曲線，曲面で構成される傾向にある，3)これらの形態の素材は大別すると木であり，その素材を用いた造形においては，その繊維方向への繊細な配慮がうかがえる，4)枝分かれ，根曲がりなどの自然による局所的補強部位を効果的に使用し，その特性が形状全体に影響を与えている，5)軽く，十分に剛であるとともに，必要な柔軟性を兼ね合わせている，の5項目によって示すことができる。そしてその曲線および曲面を境界とする形の内部に分布する応力は，一極集中的な応力の分布状況はうまく回避される傾向にある。一木で形成されている踏鋤の踏み部と本体部の繋ぎ目や，荷鞍の中央部の牛の背骨への接触を避けるためのへこみにおける

表1 解析対象の民具とその形態解析結果

	写真画像	三次元形状データ	構造解析結果 (応力分布)
白川郷背負子	 (a)	 (b)	 (c)
津南町踏み鋤	 (d)	 (e)	 (f)
山古志村牛荷付鞍	 (g)	 (h)	 (i)

応力集中はあるものの，応力分布全体においては，不連続でいびつな分布は見られない。解析対象とした民具形態に見られるこの構造力学的な特徴は，最適設計形状の一つである全応力形状が示す力学的特徴に近いと言えることができる。つまり，自然発生的に作り出され，道具として使用されてきたこれらの形は，全応力形状の形態が示す，軽くて強い構造体の一つであるとも言えることができそうである。本研究の初期においては，力学性 = 力学手合理性と定義していたが，この研究を通して，力学性 = (形が有する) 力学的合理性 + (その形の作り手が有していたであろう) 力学的感性との定義ができるのではと考え始めている。そして，その力学的感性とは，作り手（ある状況においては生活者そのもの）がある素材を前にして，それが与えられた状況・環境において，もっとも効果的に力学的合理性を具現化する形態およびその形態への創造・造形過程を見極める特性を，「作り手の力学的感性」と定義できると考えている。この「力学的感性」という言葉の使用にあたっては，この研究開始当初から，その言葉の一般性の強さゆえにあえて避けてきたのだが，2014年3月1日に日本建築学会より発行された「建築形態と力学的感性」の表題とその内容との整合性から，この研究において得られた知見も，その対象に大いなる違いがあるにしても，「力学的感性」の範疇に入るものと理解し，この研究期間を終えるにあたって使用させていただくこととした。この「力学的感性」の存在は，現状では，いまだに「確証なき確信」のみがあるにすぎないと言っても過言ではないと感じている。この存在の明瞭な記述は，これからの造形，創造行為において大いなる指針を与えてくれるものと確信しているので，今後も，本研究において試みた「力学的感性」の数値表現を

表2 これまでに得られた知見とこれからの研究計画

歴史的人工物形態	形態に見られる特筆すべき特性、技法、工夫（得られた知見と予想される知見）	デザイン・造形への展開（研究計画）	
民具形態	背負子	平等強さの形、軽量かつ必要強度の担保、自然木の枝分かれ利用	形態全体に「平等強さ特性」を適用するデザイン・造形を試行する。
	踏み鋤	材料そのものの形態が人工物形態を支配する形、生木に対する短時間での造形、利用者への負担減（軽構造、力の誘導と拡大）	形態のデザイン・造形における材料（特性）の支配性を記述し、材料特性からの形態創造を試行する。
	牛荷付鞍	平等強さと柔構造	一般的な人工物形態である静的形態（構造）から動的形態（構造）への展開を試みる。
	乳母車	赤ちゃん籠とシャーシ・サスペンション機構の分離（浮遊支持）	大型の古典的乳母車の制振性・赤ちゃん乗り心地まで配慮したベビーカーの開発をケーススタディとして実施する。
装飾形態	黒薩摩（薩摩焼）	唐草文様による曲面強化	唐草文様の力学的根本原理の解明と一般的曲面への適用の試行を行う。
	虹梁	唐草文様の応力追従性	装飾行為の根源的意義・意味の解明と空間装飾への適用を試みる。
	仏像彫刻	木彫による重力下の自然なドレープと姿勢の形態	造形指針、特に抽象化された自然の構成要因を解明する。
玩具形態	起き上がり小法師	動的釣合形態、支点移動	情動を誘発する意外性のある動きを示す形態であることを念頭に置き、この動きの基本原理解を力学系教育玩具
	ヤジロペイ	動的釣合形態、支点固定	
風習・慣習形態	山車	競技性の強い祭りで使用される山車に集約される地域ぐるみの継続的な活動、工夫、技能、システム	競技に勝つために結果として生まれた最適構造を生み出す地域の技能およびその進化と人の生き様を含む地域システムの根底にあるものを解明し、風習・慣習と呼ばれる地域システムをベースとしてデザイン展開の可能性を探る。

継続したいと考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計5件)

Imam Damar DJATI, Takatoshi TAUCHI, Mitsunori KUBO, Fumio TERAUCHI, SAPWOOD OF YOUNG TEAK FROM THINNING AS POTENTIAL MATERIAL FOR MAKING PRODUCTS CASE STUDY, Bulletin of Japanese Society for the Science of Design, 査読有, in printing (2015)
 矢久保空遥, 田内隆利, 久保光徳, 寺内文雄, 口琴の音に対する印象構造とその形態学的特徴, デザイン学研究, 査読有, 印刷中 (2015)
 矢久保空遥, 田内隆利, 久保光徳, 寺内文雄, サハ口琴(ホーム)とシチリア口琴(マランザーノ)の形態と音の違い, デザイン学研究, 査読有, 印刷中 (2015)
 久保光徳, エングワの形 - その断面形状から読み取れるもの, 津南学(津南町教

育委員会), 査読無, 3巻, 139-145, 2014
 久保光徳, 北村有希子, 田内隆利, 寺内文雄, エングワ(踏鋤)の断面二次モーメント分布とその力学的合理性, デザイン学研究, 査読有, 61巻, 35-38, 2014
http://dx.doi.org/10.11247/jssdj.61.2_35

〔学会発表〕(計5件)

久保光徳, 奥村恵美佳, 田内隆利, 植田憲, 装飾に見られる力学性について - 虹梁と黒薩摩に施された唐草文様を事例として, 第78回形の科学シンポジウム「こころのかたち・こころのゆらぎ」, 佐賀大学(鍋島キャンパス), 2014年11月22日から11月24日
 久保光徳, 北村有希子, 民具の形の力学性について - 形態評価における構造力学的視点の可能性について, 日本民具学会第39回大会報告, 奥物部ふれあいプラザ(高知県香美市物部町大栃), 2014年11月8日から11月9日
 久保光徳, 日常と非日常をつなぐデザイン, 日本機械学会(招待講演), 東京電機大学(千住キャンパス), 2014年9月8日
 久保光徳, 田内隆利, 植田憲, 北村有希子, 奥村恵美佳, 黒薩摩の唐草文様に見る力学性, 日本デザイン学会第61回春季研究発表大会, 福井工業大学, 2014年7月4日から7月6日
 久保光徳, 北村有希子, 田内隆利, 寺内文雄, 境野広志, 新潟県山古志村の牛荷付鞍(ウシノタグラ)の形態特徴, 第77回形の科学シンポジウム「ひとを支える形」, 埼玉県立大学, 2014年6月13日から6月15日

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

<https://plus.google.com/u/0/104516252788698703241/posts/p/pub>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

久保 光徳 (KUBO, Mitsunori)
 千葉大学・大学院工学研究科・教授
 研究者番号: 60214996

(2) 研究分担者

寺内 文雄 (TERAUCHI, Fumio)
 千葉大学・大学院工学研究科・教授
 研究者番号: 30261887

田内 隆利 (TAUCHI, Takatoshi)
 千葉大学・大学院工学研究科・助教
 研究者番号: 70236173