

From Knit

HIROYA TANAKA LABORATORY

PROJECT BOOK 2022



INDEX

01	ニットとは	P. 05-08
02	先行事例1-1 ~次世代の編み物技術~	P. 09-10
03	先行事例1-2 ~広がる編み物の応用性~	P. 11-12
04	先行事例1-3 ~編み方と編む素材~	P. 13-14
05	先行事例1-4 ~進化する編み物の可能性~	P. 15-16
06	先行事例2-1 ~編み物複合材を探る~	P. 17-18
07	先行事例2-2 ~新たな編み物複合材~	P. 19-20
08	編みの構造を手を動かして学ぶ・考える	P. 21-22
09	糸以外のものを編んでみる	P. 23-24



ニットとは

ニットの歴史から探る編み物の本質

ニットとは「編む」という動詞であり、編み物の総称。編み物は1本の糸からのループが連続することによって作られる。

ニットという文化がどのようにして始まったのかは定かではないが、原始時代には、植物や動物の繊維を結び合わせてネットを作り、生活用品として用いられていたと考えられている。

紀元前1000年頃のエジプトのお墓からはスプラングという手編みに似た遺品が発見されている。また紀元前3～2世紀頃のアラビア遊牧民はサンダル用靴下を編んでいた。この技術は7～8世紀になるとエジプトへと伝わり、さらに精巧なものとなっていった。

3世紀のシリアにはループで作成されたニットが存在していた。近隣国との争いの中で手編みの技術も広まり発展していった。中近東で発展したニット技術はその後イスラム帝国に引き継がれイスラム帝国の拡大とともにニット技術もスペインやアフリカへと広がっていった。

8世紀から11世紀に活躍したバイキングは中近東からニットの技術を母国に持ち帰り、アイルランドやアラン諸島などへとニット技術が広がっていった。その後、英国本土でもニットが始められた。

このようにニット技術は中近東を通してイタリアやスペインや北欧に広が

り、さらにそこからイギリスやフランスへと普及していった。

14世紀から15世紀になると編み物ギルドの成立により編む技術は発展を遂げた。その後工業用編み機が発明されると産業としてのニットがより発展していった。

日本には南蛮貿易によってニットが日本へと伝わり、明治時代に機械を用いた向上産業へと発展していった。

歴史から考える現代の編み物の在り方

ここまでまとめてきたようにニットは歴史の動きとともに世界へと広がっていった。原始時代には植物や動物の繊維からネットを作り狩の道具として、気温が低い北欧地域ではセーターとして、戦下の日本においては肌着として編み物技術が活躍した。このようにニットはその地域や状況に応じた完成物へと姿を変え、人々の生活になじんでいった。この歴史的流れのなかで現代におけるニットも編まれる素材とその形状によって、さらなる応用のされ方、用いられ方があるのではないだろうか。



KENZO コレクション
出典:<https://www.fashion-press.net/news/39920>

ソニア リキエル 2021-22年秋冬コレクション
出典:<https://www.fashion-press.net/collections/14208>

ニットとは

ニットの組織と特性から考える編み物の長所

ーニット組織についてー

ニットは1本の糸から連続したループを作り、編み地を形成していく。編み地の組織には基本となる三原組織があり、それぞれの組織によって特有の性質が生み出される。

平編み

一般的に広く使われる編み地。

適度に縦方向、横方向への伸縮性を持っている。

パール編み

表目と裏目は縦方向に交互に繰り返される。横方向への伸縮性が大きい。

ゴム編み

表目と裏目が横方向に交互に繰り返される。縦方向への伸縮性が大きい。

ーニットの特性についてー

ニットは他では生み出すことのできない特有の性質を兼ね備えている。

1,伸縮性

ニットはループのつながりで作られているため、糸は比較的自由的な状態になっている。伸びるとともに縮み、伸縮性がある。

2,可分解性

編み地は1本の糸から作られているため、糸端を引っ張ることで1本の糸に戻すことができる。分解し、別プロダクトに使うなどすることができる。

3,柔軟性

ニットは柔軟性に優れ、ソフトな肌触りと風合いがある、伸縮性と合わせることで様々な形状を作成することができる。

4,ドレープ性

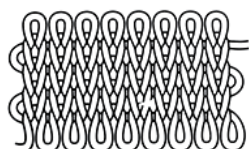
ニットはドレープ性があるため、ラインに沿ってフィットすることができる。洋服の場合は着心地、家具などに対してもラインに沿ってフィットすることができる。

5,成型可能

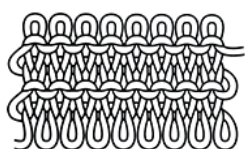
一定のパターンに合わせて編み目を増減することによって、編み幅を変えて成型することができる。編み目の増減によって数学的的局面を作ることできる。

ニットの三原組織

平編み



パール編み



ゴム編み



02

先行事例 1-1

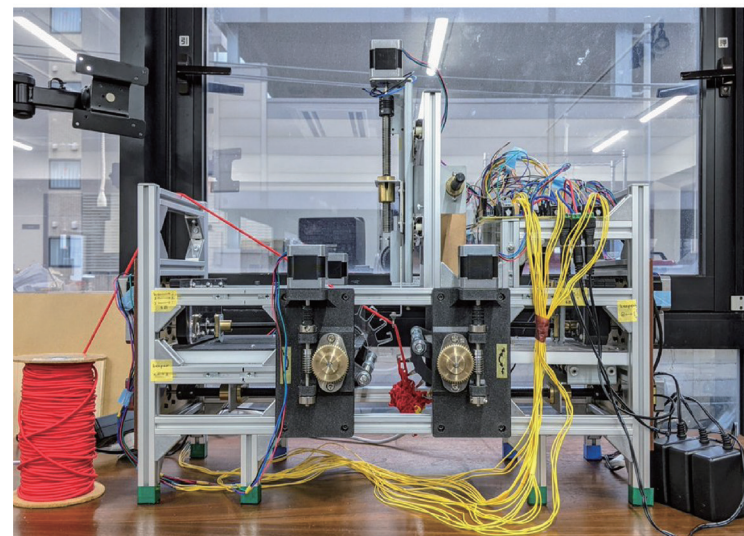
次世代の編み物技術

特有の性質を持つ編み物は様々な物に活用され、新たな応用先が模索されている。(1) では編み物が家具や建築物へと応用された事例や新たな編み物の手法、それにとまなう新しい機械の開発事例などについても紹介していく。

編み物はただ単純に糸や繊維を編むという行為だがどのように編むのか、何を編むのかによって無限に新たな道が広がる。

このページでは編みの性質が生かされながらも現在ある編み物技法とは異なった技法や現在は編み物においては主流ではない素材を用いているものなど次世代の編み物活用技術を中心に紹介していく。

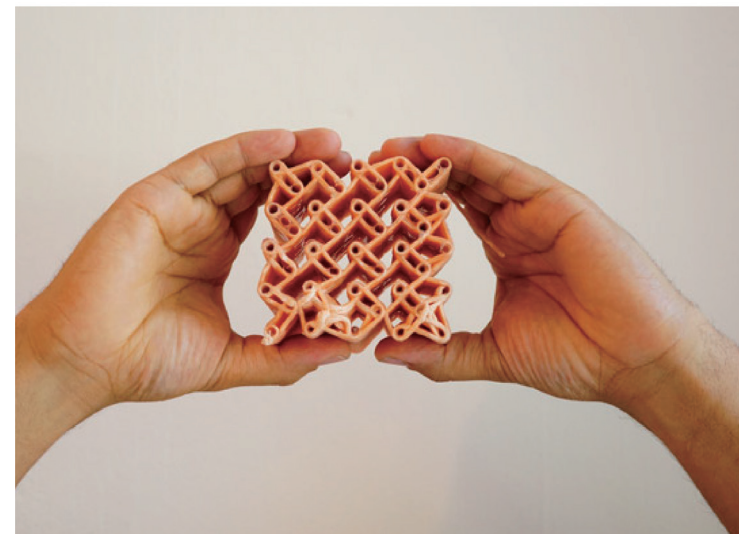
Project:	Solid Knit	Date:	2018
Creator:	廣瀬 悠一	Organization:	ファブラボ浜松
Reference:	https://100banch.com/projects/10126/		
Discription:	中身の詰まった物を編むことができる Solid Knit。ソリッド編み機を開発。 編み物で立体物を作成することによってさらなる編み物の可能性を模索している。		
Material:	ロープ、糸		
System:	メリヤス編みを応用させた編み時、メリヤス編みを重ねていくことで編み物本来には立体物を作る。		



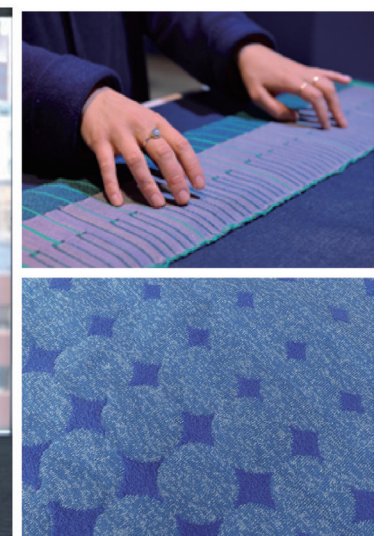
Editor:	Kei Sato
Others	



Project:	3D Weaver	Date:	2017
Creator:	Oluwaseyi Sosanya	Organization:	ロイヤルカレッジオブアート
Reference:	https://www.youfab.info/2017/winners/3d-weaver?lang=ja		
Discription:	綿糸と液体シリコンを用いた対衝撃性編み物。3D プリンターに 使われる機械制御 ソフトウェアを用いて編み糸の配置と構成を 3 次元的にコント ロールする手法によって作成された。		
Material:	i 糸、シリコン		
System:	G コードによって糸を編み込み形状を作成。そこにシリコンを流 し込むことによって作る新しいタイプの織物。		



Project:	KnitX	Date:	2021
Creator:	イルマンディ・ウィチャクソノ	Organization:	マサチューセッツ工科大学 (MIT) メディアラボ
Reference:	https://lexus.jp/brand/lexus-design/design_award/2021/finalist/		
Discription:	編み物に光学活性糸、導電性糸、合成糸を組み合わせた機能性 テキスタイル。 人の動作や日光にダイナミックに反応し、テキスタイルの見た 目や温度が変化する。		
Material:	合成糸、光学活性糸、導電性糸		
System:	木の持ち得た糸で編み物を行うことによってできたプロダクト にいままでの布地にはない性質を持たせる		



02

先行事例 1-2

広がる編み物の応用性

編み物の多様性は洋服だけにとどまらず、建築や家具、靴など様々な場面へと広がりを見せている。

このページでは

・編み物の局面を生む特性を用いて今までには作るのが難しかった形状を

・家具を覆うことで今までにはなかった暖かみを

・生分解性素材を編み込むことで環境にやさしい素材を

作り上げる編み物の性質を紹介していく。

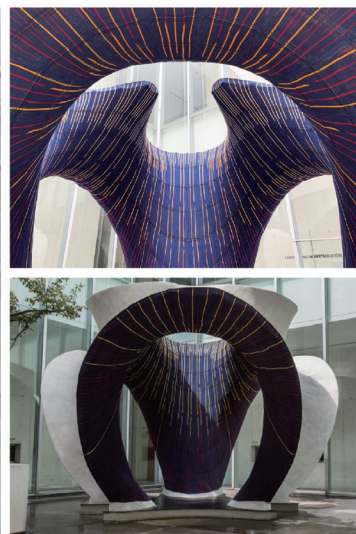
私たちの日常に常に存在する編み物は私たちの理解と応用によってさらなる

可能性を見ることができる。

Project:	KnitCandela	Date:	2018
Creator:	Zaha Hadid Architects and ETH Zurich	Organization:	Zaha Hadid Architects and ETH Zurich
Reference:	https://www.dezeen.com/2018/11/02/zaha-hadid-architects-eth-zurich-3d-knitted-concrete-formwork-knitcrete-knitcandela/		
Discription:	編み物の弾力をコンピューターで計算し組み合わせた面をコンクリートで固めることでコンクリートでは表現が難しい局面を作り出した建築物。		
Material:	コンクリート、糸		
System:	編み物を建築物の骨格として、コンクリートで形作ることで曲面の建築物を作る。		



Editor:	Kei Sato
Others	

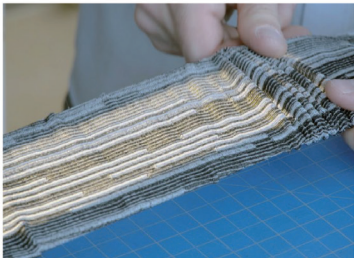


Project:	3D 編みを生かした家具	Date:	2018 2019
Creator :	Floor Skrabanja / TheoRichardson	Organization :	
Reference :	https://www.dezeen.com/2018/05/17/video-interview-rich-brilliant-willing-oled-lighting-3d-knitting-new-york-design-week-movie/ https://www.dezeen.com/2019/12/17/3d-knitted-seats-floor-skrabanja/		
Discription :	近年アパレルでも話題の3D 編み。ステッチや裁断を必要としないため、また1本の糸に真して使用することができる。この技術は洋服だけにとどまらず、家具にも多く応用されている。	Material:	糸
		System:	1本の糸から簡単に機によって編みぬことができるホルガーメントによって、裁断や縫製を必要としない。

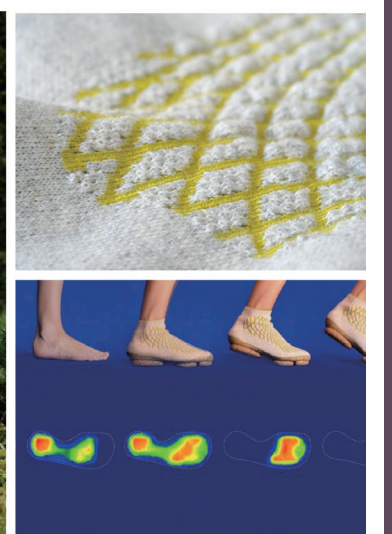
Others







Project : Sneature		Date : 2021	Editor : Kei Sato
Creator : Emilie Burfeind		Organization :	Others
Reference : https://www.dezeen.com/2021/02/04/sneature-emilie-burfeind-trainer-design/			
Discription : キノコ菌糸体のソールとグルーミング中に流されたはずの犬の毛で作られたニットのアップパーで作られたスニーカー。素材は生分解または再利用が可能となり環境への負荷が少ない。		Material : 菌糸、犬の毛	
		System : 犬の毛から作られた糸と菌糸によって作られた靴。どちらも生分解可能なため地球に負荷をかけない。	



02

先行事例 1-3

編み方と編む素材

私たちの日常に常に存在する編み物は私たちの理解と応用によってさらなる可能性を見せてくれる。

編み物は編む物の大きさを変えることで様々なプロダクトへと変容する。ナイロンでできたロープを編み込むと子供たちが遊ぶ遊具を作れたり、街の人が集まる公共スペースを作ることもしることができる。

また大きさだけではなく、素材を変えることによってプロダクトに新たな能力を付与することも可能である。どのような素材を編むのか、どのように編むのか、どのくらい大きな素材を編むのか、などを選んでいくことでより作りたいものに合わせて物を作ることができる。

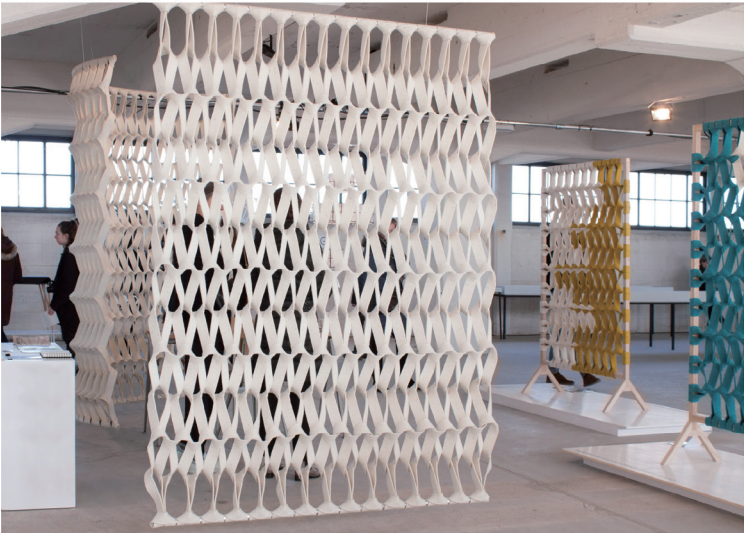
Project :	ネットの森	Date :	2017
Creator :	堀内紀子	Organization :	
Reference :	https://www.axismag.jp/posts/2017/07/78735.html		
Discription :	ナイロン 66 という衝撃の吸収に優れた、大変耐久性のある繊維が使用し、巨大ハンモック造形が組み込まれたネットの森。体験型のアート作品として多くの子供に遊ばれた。	Material :	ナイロン 66
		System :	ナイロン 66 という素材によって子供たちが遊んでも安全な遊具を編み込むことができる。



Editor :	Kei Sato
Others	



Project :	Plectera Curtains	Date :	2019	Editor :	Kei Sato
Creator :	Petra Vonk	Organization :		Others	
Reference :	https://www.dezeen.com/2019/03/10/plectere-petra-vonk-acoustic-curtains/				
Discription :	厚いウールのフェルトと 3D ニット構造を生かしたカーテン。フェルトは吸音素材の高開切りと吸音パネルとして機能する。	Material :	ウール、フェルト		
		System :	ウールとフェルトの持つ吸音効果と 3D ニット構造によってカーテンとして用いられる。		



Project :	Soft Civic	Date :	2019	Editor :	Kei Sato
Creator :	Bryony Roberts Studio	Organization :	Bryony Roberts Studio	Others	
Reference :	https://www.axismag.jp/posts/2019/10/148807.html				
Discription :	マクラメ編みしたナイロンロープのパネルにより、公共の場が家庭的な空間の印象を与える Soft Civic。 公共スペースとして様々な活用のされ方をしている。	Material :	ナイロンロープ		
		System :	高い強度のあるナイロンによって、人がくつろげる場を編み込む。		



02

先行事例 1-4

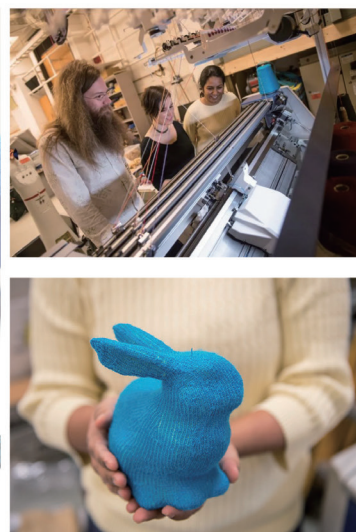
進化する編み物の可能性

編み物の進化は編み機や編みこむ物にまで及んでいる。本来 2 次元のものしか作れない編み機も 3D プリンターのような発想によって 3 次元のものを作ることができるようになってきた。この技術がより精密になっていくことで欲しいぬいぐるみを簡単に出力することができるようになるかもしれない。

プロダクトの性質も糸の性質だけではなく、何かと一緒に編み込むことで糸ではできないレベルの性能を持たせることができる。洋服を着ているだけで心拍数や体温などのデータが取れるようになる未来もそう遠くはない。

編み物の可能性は地球を飛び出して宇宙にまで及ぶかもしれない。

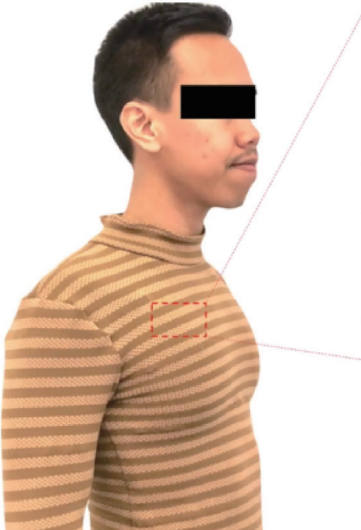
Project:	3D Knitting Machine	Date:	2018
Creator:	James McCann	Organization:	CMU Textiles Lab
Reference:	https://jp.techcrunch.com/2018/04/02/2018-03-31-knitting-machines-power-up-with-computer-generated-patterns-for-3d-shapes/		
Discription:	Carnegie Mellon 大学の研究チームは任意の 3D 形状をで編み出すことができるテクノロジーを開発し、形状をモデリングし、産業用ニットマシンでプロダクトを編み出すことができる。		
Material:	糸		
System:	3D プリンターのように端端を推す字部 3D モデルが編み物のように出力される。		

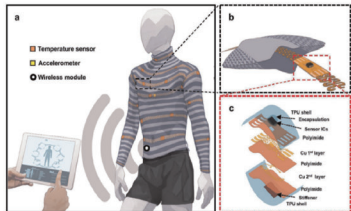


Editor: Kei Sato

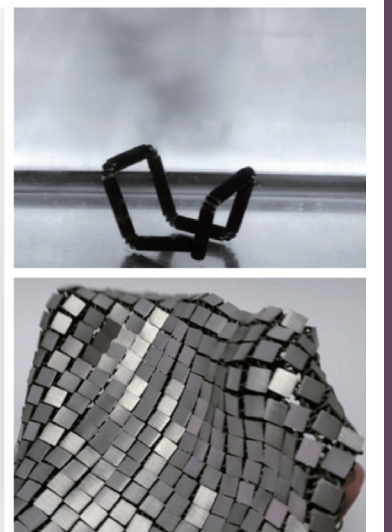
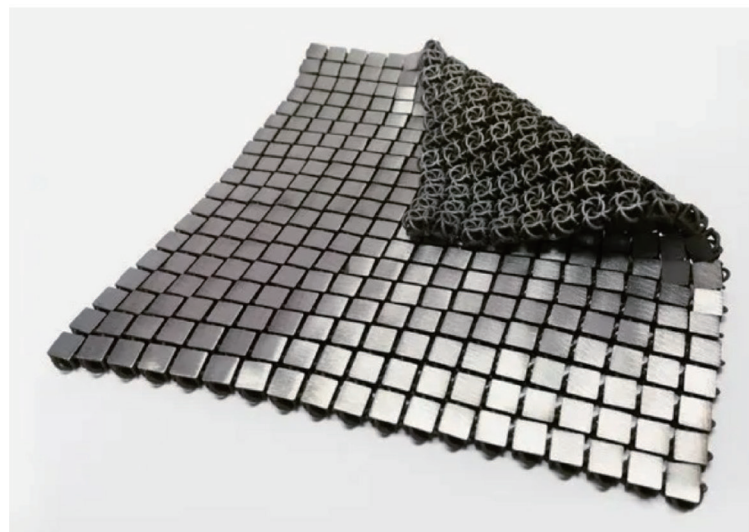
Others

Project:	E-TeCS	Date:	2020	Editor:	Kei Sato
Creator:	マサチューセッツ工科大学	Organization:	マサチューセッツ工科大学	Others	
Reference:	https://www.itmedia.co.jp/news/articles/2008/13/news060.html				
Discription:	衣類の内側にセンサーを編み込み、温度や呼吸、心拍数などのバイタルサインを計測できるシャツ。シャツの内側に開口部があり、そこからセンサーが皮膚に触れ計測を行う。		Material:	糸、センサー	
			System:	糸と一緒にセンサーを編み込むことによって、着用者の心拍数などを計測する。	





Project:	宇宙用の布		Date:	2017
Creator:	NASA	Organization:	NASA	
Reference:	https://wired.jp/2017/07/21/nasa-fabric-chain-mail/			
Discription:	3D プリンターを使って成型されたこの布は、表面と裏面とで特性が異なる連続したシート材。 4D プリンティングを利用し、宇宙での環境に対応できる布として期待されている。		Material:	ステンレス鋼
			System:	ステンレス鋼を使った布。表面の裏面とで特性が異なる連続したシート状のようになっている。



02

先行事例 2-1

編み物複合材を探る

(2) では複合素材にフォーカスを当て、過去の事例を紹介していく。織物複合素材は飛行機や自動車などに活用されているが、編み物で複合素材を作るという事例は数少ない。複合素材を編みで作ることができれば編み物特有の性質を素材として活用していくことができるかもしれない。

複合素材となって編まれていることが多かったものは炭素繊維とガラス繊維だ。しかしこの2つはそれぞれ異なった弱点を持っている。炭素繊維は摩擦に弱く糸とするために糸を撚っても編む時に摩擦で切れてしまう。一方ガラス繊維は耐久性の問題や熱に弱いという課題があり。あまり目立った活用をされてこなかった。

そのような流れの中でも炭素繊維やガラス繊維を活用した編み物複合材開発への動きが見られ、それぞれの課題を解決し、複合材として用いられている例をいくつか紹介する。

Project:CFRP 用基材Date:2014

Creator:田中利幸Organization:あいち産業科学技術総合センター

Reference:<https://www.aichi-inst.jp/owari/research/report/03-p088-os02.pdf>

Discription:軽くて・強くて・腐食しない CFRP 繊維。これらの条件が求められる中で編みの構造を使った複合素材。カバリング糸や炭素繊維の含有率を上げることである軽量化と強度を目指す。

Material:CFRP

System:摩擦によって編むことが難しいとされる炭素繊維をカバリング糸と編み込むことで解決する。

Editor:Kei Sato

Others

炭素繊維

引き揃え糸

カバリング糸①

カバリング糸②

表

裏

Project:環境対応型無機断熱材Date:2019

Creator:北陸ファイバークラス株式会社Organization:北陸ファイバークラス株式会社

Reference:<https://www.chusho.meti.go.jp/keiei/sapoin/portal/seika/2010/22h-74.pdf>

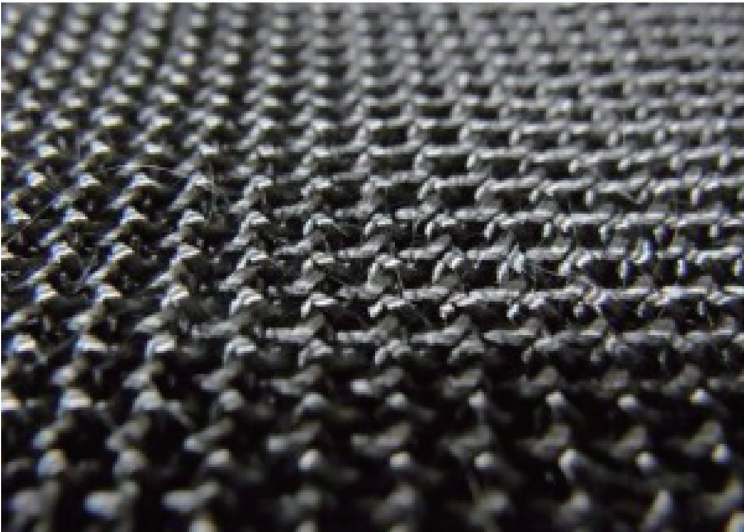
Discription:炭素繊維やアルミナ繊維など高機能特殊繊維の製編技術を確立し、よこ編物およびたて編物技術を用いた環境対応型耐熱材・断熱材の開発を行う。

Material:炭素繊維、アルミナ繊維

System:ガラス繊維などの無機繊維の製編技術を確立し三次元中空構造編物を用いた環境対応型無機繊維断熱材の開発を行う。

Editor:Kei Sato

Others



Project:ガラス繊維を編むDate:2020

Creator:唐木由佑Organization:複合素材開発セクター

Reference:<https://www.iri-tokyo.jp/uploaded/attachment/12281.pdf>

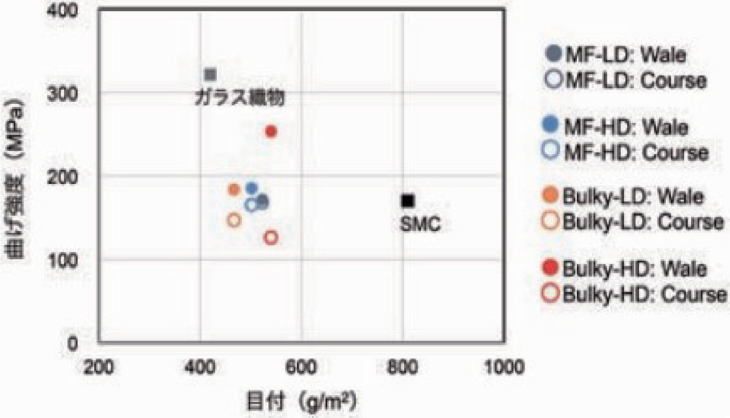
Discription:ガラス繊維を編むことで伸縮性に優れ、複雑な形状に成形できる FRP を開発、軽量化、高強度化に加え、深絞り成形などが可能になり、幅広い分野への適用が期待される。

Material:ガラス繊維、FRP

System:開発した FRP とガラス繊維を編み込むことによって、強度の面から編むのが難しいガラス繊維を編み込む。

Editor:Shin Obinata

Others



17

18

ここまでは炭素やガラス繊維を用いた複合材を紹介してきたが、この先行事例は一風変わった複合材だ。

先行事例 2-2

新たな編み物複合材

編み物を複合材として用いるにあたって、懸念点の一つとなるのが強度だ。

これまで紹介した複合材は一目が小さく、細かいの編み目がよって強度が保たれているが、この先行事例は強度を細菌によって保とうとしている。

複合材と言ってしまうとどのように活用したいのか、どんな強度や性質を生みだしたいのかによって、複合する素材は柔軟に捉えてよいという考え方を与えてくれる。



Project: 編みとバクテリアを活用した建材

Date: 2019

Editor: Shin Obinata

Creator: Bastian Beyer

Organization: London's Royal College of Art

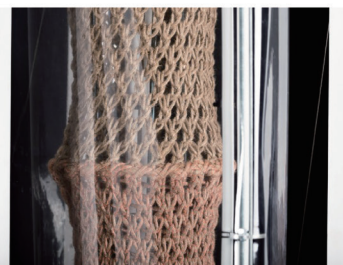
Reference: <https://www.dezeen.com/2019/01/16/bastian-beyer-knitted-design-material/>

Discription: 4つの異なる編みパターンで構成された柱 *sporosarcina pasteurii* 細菌の活性溶液を噴霧され微生物の力によって耐荷重性が増す。屋根や壁、空間的仕切りなどの建材への応用が期待される。

Material: 細菌の活性溶液、

System: 4つの編みパターンで編み込んだ建築物に細菌の活性溶液を噴射することで建築物の強度向上が期待できる。

Others



03

編みの構造を手を動かして学ぶ考える

手編み、機械編みを試みる

手編み ~編み地の構造と編み方~

おおまかに手編みには棒針とかぎ針の2種類があり、それぞれ針によってできる編み地が異なる。

棒針

棒針は表編みと裏編みがあり、この表と裏をどのように編んでいくかによって、編み地が作られていく、棒針で作られる編み地はメリヤスやゴム編みなど伸縮性があるものになる。

かぎ針

かぎ針は細編み、中細編み、長編みと呼ばれる編み方を基本とし、ループの中にループを入れて編んでいく。棒針とは違い、編み地に伸縮性はない。

手編みを行ってみて気づいたこと

1,編み物の構造を生かし、新たな応用としてプロダクトを作成していくにあたっては棒針を用いた編み地が適している。

2,セーターのリブのように編み地を折り返し、二重にして編むと編み目が重なることによって縦横方向への強度が生まれる。

3,3次元でのプロダクトを作成したいときには2で書いた折り返しを行うことによってZ軸方向へも編んでいける。

4,2次元での編み目の強度は編み目の大きさと編むときの緩さに依存する。

5,2の方法でZ方向へ編んだ場合、1層目と2層目の間に空間ができてしまい層間での強度が出せない。

機会編み ~機械編みの強みを探る~

機械編み機は棒針で作れる編み地を機械を動かすことによって編み込むことができる。手編みと比べて圧倒的に早く編めるという点、編み地を一定の緩さで編んでいくことができるという点が大きなメリット。しかし太い糸などには対応できないという欠点もある。

機械編みを行ってみて気づいたこと

1,機械編みには機械編みの癖があり、手編みとは違った難しさがある。

2,手編みと比べて圧倒的に速いため、大きなプロダクトでも短い時間で作成することができる。

3,リサーチにあった複合材開発の中でも改造された機械編み機が使われていた。機械としての応用性がある。

4,機械編みならば編み地をきれいに揃えられるため、プロダクトの強度を一定に保つことができる。

5,機械が繊細なため送り出しの糸などにも気を使う必要がある。そのため糸以外のものを編むとなると課題が多いかもしれない。



棒針



カギ針



機械編み機



糸以外のものを編む

TPU を編み込んでみよう

柔軟性のあるを編みこむ

今回は編み物の特性を糸以外に付与した時にどのような効果が生まれるのかを知るためTPUを棒針で編み込んでみた。TPUを選んだ理由としてTPUは伸縮性と編み込むための柔軟性を持ち合わせているため、糸とそこまで変わりなく編み込めるのではないかと考えた。

実際に編み込んでみて

編み込んだTPUは糸と比べると太さがあるため、編むのには少し苦労したが、編み込めない物ではなかった。できたものは編みの特性である、伸縮性を持ち得ている。糸にはないTPUならではの特性としては編み時が重なっているところがモチっとした触感になっているという点。

マテリアルへの応用を考える

今回の特プロでの活動を通して、編みによって新たな物を編み込むことが一番編みの特性を様々な場所で発揮することができるのではないかと感じた。その応用先として考えられるのが素材としての使われ方だ。複合材としてその先はメタマテリアルとして編みが用いられることによって、今までの素材には無かった、伸縮性、曲面、軽量化や強度を発揮することができるのではないかと考えられる。

三次元織物複合材は軽さや強度で航空機など様々な場面で活躍している。そんな三次元織物複合材の課題は層間での強度だ。これは編み物で複合材を考えた時にも同じことが言える。また編み物は1つ1つのループがある程度自由であるために特有の伸縮性を持っているが、この敷き詰められていないループは強度の面で脆弱性をもたらす。そのためいかに編み目を小さく細かくしていくかもしくは外的要因によって編み地の強度を上げていくことが、編み物を素材として活用していくには必要なことなのかもしれない。

アメリカの物理学者エリザベッタ松本さんは編み目の結び目と編み地の伸縮度を数学と物理の側面から研究している。数学的に編み地の伸縮度がわかれば、必要な伸縮度を持った編み地が作れるかもしれない。このような研究をマテリアルへ応用したり、編み物メタマテリアルを作り出すことによって今までにはなかった素材やプロダクトが生まれるかもしれない。





田中浩也研究室 HIROYA TANAKA LABORATORY

From Knit

2022 年 4 月 25 日発行

環境情報学部3年 佐藤慶



4D Fabrication Lab