

報道関係者各位

2026年2月18日

抗ウイルス・抗菌・抗老化作用をもつ『VB』に新たな可能性
美白効果およびマクロファージ活性への関与を確認

～欧州医学学会の公式ジャーナル『Medical Research Archives』に掲載されました～

「おしほり」を軸におもてなしの感動を創造する FSX 株式会社（本社：東京都国立市、代表取締役社長：藤波克之、以下 FSX）は横浜薬科大学との共同研究により、抗ウイルス・抗菌活性を有する『VB（ブイビー）』の主成分である 3 種のポリオキソメタレート（VB1, VB2, VB3）による、メラニン合成に及ぼす影響並びに、皮膚表皮層の透過性の検討を行いました。藤波克之が筆頭著者である共著論文『ポリオキソメタレートによる皮膚恒常性におけるメラニン合成、及びマクロファージ機能への作用』が、欧州医学学会の公式ジャーナル『Medical Research Archives』に採択されましたのでお知らせします。本研究ではケラチノサイトとメラノサイトからなるヒト皮膚 3 次元モデルを採用し、より生体内の反応に近い実験系を用いて検証を行っています。VBs (VB1, VB2, VB3) は色素代謝や免疫恒常性を調節する生理活性化合物として皮膚の再生や抗老化に関連する各過程に関与している可能性が高いことが示唆されました。

【本研究の成果ポイント】

- ① VB はメラニンの生成を促す酵素・チロシナーゼの活性を阻害することで、シミやそばかすの原因となるメラニンの合成を抑制することが確認された。特に VB2 単独と VB1+VB2+VB3 併用では、美白に有効な化粧品成分として有名な 1% kojic acid (コウジ酸) と同等レベルまでチロシナーゼ活性を抑制する傾向がみられた。
- ② VB は表皮層を透過し、真皮層まで到達することが確認できた。さらに VB が真皮層に局在するマクロファージの活性化に寄与しうることが、mRNA レベル、NO 産生、貪食能の 3 つの実験系で示された。mRNA レベルでは、マクロファージ活性の指標となる NO 合成酵素 (iNOS) を VB3 は大幅に上昇させ、また老化細胞を認識し貪食する STAB1 と、貪食したことを探る幹細胞に情報伝達して再生を促す FGF2 の発現を VB3 と VB1 は上昇させる傾向が見られた。マクロファージが産生する NO 量を調べるために、関連する Nitrite の生成量を測定したところ、VB1 を除いてすべての VB 群で有意に増加し、特に VB3 単独及び各種 VB の併用では相加効果も認められた。さらに蛍光ビーズを用いた貪食能の検討において、すべての VB 群で貪食能の活性が強化され、特に VB3 の活性は強力であり、その効果は各種 VB との併用によっても阻害されることなかった。
- ③ VB はヒト皮膚 3 次元モデルに繰り返し添加しても細胞毒性は認められず、これまでの研究と同様に、安全な生理活性化合物であることが確認された。またこれらの効果は VB1, VB2, VB3 によって若干異なるため、VB を複数併用する方が相加効果を期待できるため有効だと考えられる。

FSXでは2012年に、遷移金属元素の酸化物クラスターであるPolyoxometalates（ポリ酸）を主成分とした、耐性株を誘導しない安心安全な抗菌・抗ウイルス活性物質『VB（特許第6739772号）』の開発に成功し、その技術を衛生用品のおしほりに応用してまいりました。さらに2021年の研究では、多面的に抗糖化・抗酸化作用が認められ、ポリ酸は抗ウイルス作用にとどまらず、皮膚に対する抗老化作用が期待できる物質であることが強く示唆されました。2023年にはこれらの技術を応用し、エイジングケアをサポートする（肌を清浄し、整え、潤いを与える）機能を備えた『VB-COSME-（特許第7278638号）』の開発に成功。おしほり業界としては初となる、手指のみならず全身に使用できる化粧品区分のおしほりを発売しています。さらに2025年の研究により、VBsには、皮膚細胞に対する糖化や酸化ストレス、紫外線照射によるダメージに対して抵抗性を高める作用があることが確認されています。加えて、間葉系幹細胞にVBsを処理することで、通常分泌されるエクソソームとは性質の異なるエクソソームが分泌され、より多面的な抗老化作用を発揮する可能性が示されました。

直接肌に触れるおしほりだからこそ、手指衛生はもちろんのこと、健やかな肌に寄与するおしほりの開発を目指し、FSXは『VB/VB-COSME-』の生活環境への適応を目的とした応用研究を続けています。FSXでは引き続き、健康に資するヘルスサイエンス領域における新しい事業展開や製品開発を通じて、おしほりの価値を高める持続的成長を続けてまいります。

本件に関する報道関係社様お問い合わせ

FSX 株式会社 東京都国立市泉 1-12-3 TEL 042-576-9131 FAX 042-572-3266

広報担当 唐沢 070-1379-9197 koho@fsx.co.jp

【参考資料】

掲載ジャーナル：『Medical Research Archives』

論文掲載 : doi: <https://doi.org/10.18103/mra.v14i1.7121>

論文掲載 URL : <https://esmed.org/MRA/mra/article/view/7121/99193549933>

論文タイトル : Polyoxometalates-mediated regulation of melanin biosynthesis and macrophage function in skin homeostasis

ポリオキソメタレートによる皮膚恒常性におけるメラニン合成およびマクロファージ機能への作用

藤波克之^{1,2}、富永ななみ¹、團克昭^{3,4}、香川(田中) 聰子²、河村伊久雄²

1 : FSX株式会社

2 : 横浜薬科大学 健康薬学科

3 : 生物活性研究機構 研究開発部門

4 : 横浜薬科大学 薬学部

要旨

皮膚は複雑な多層構造の器官であり、バリア機能、免疫・化学的防御、感覚受容、代謝調節といった必須機能がある。生体の恒常性（ホメオスタシス）は、心理・社会的ストレスや加齢、免疫細胞活動の影響を受ける。常在細胞である皮膚線維芽細胞は、細胞外マトリックスを合成し、メラノサイトはそばかすや老人性斑点の原因となるメラニン色素を生成する。

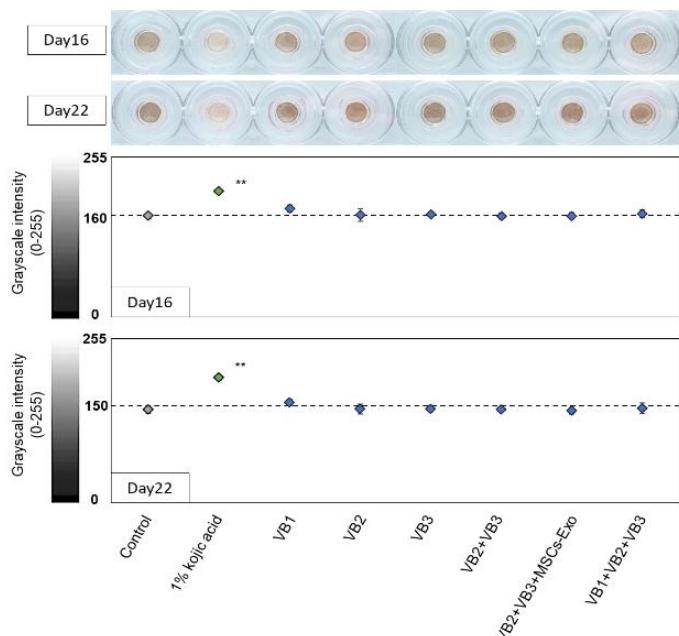
皮膚の恒常性は免疫監視機構によって維持されている。マクロファージは異物や老化細胞を貪食し、また炎症を抑制する一酸化窒素やサイトカイン、ケモカインを産出する。最近の研究により、皮膚マクロ

ファージはスタビリン-1 (STAB1) を介して老化細胞を認識し、貪食によってそれらを排除し、線維芽細胞成長因子-2 (FGF2) を分泌することで近傍の幹細胞にシグナルを送り、再生を促すことが提唱された。ポリオキソメタレート (ポリ酸) は、遷移金属元素に 6 個または 8 個の酸素元素が配位した構造を基本骨格とする多種多様なクラスター構造から成る。これらの化合物は抗菌性及び抗ウイルス性を示し、さらに皮膚科学やアンチエイジングへの応用の可能性が期待されている。3 種のポリ酸からなる VB、VB1:VOSO4、VB2:K11H[(VO)3(SbW9O33)2] · 27H2O、VB3:Na2[SbW9O34] · 19H2O は、皮膚線維芽細胞及び間葉系幹細胞において抗酸化作用及び抗老化作用を示すことが実証されている。その作用の一部は、シスチンの取り込みが増加し、それによりグルタチオン合成が増強することによるものと考えられる。

本研究では、ケラチノサイトとメラノサイトからなるヒト皮膚 3 次元モデルを採用し、VB がメラニン合成に与える影響と、VB が表皮層を透過するかを検証した。さらにヒト単球性 U937 細胞株を用いて、マクロファージを介した老化細胞の制御や組織再生に対する VB の効果も検討した。これにより VB はチロシナーゼ活性を抑制することでメラニン合成を阻害することが示唆された。さらに VB は表皮層を透過し、真皮層に局在するマクロファージに作用し、STAB-1 及び FGF2 の発現を上昇させた。これらの知見は、老化細胞の認識と再生シグナル伝達の増強を通じて、VB がマクロファージ機能を調節することを示唆している。実際に VB は、U937 細胞株を用いた実験により、マクロファージにおける STAB-1 及び FGF2 の発現を上昇させることができることが確認されている。VB は色素代謝や免疫恒常性を調節する生理活性化合物として、皮膚の再生や抗老化に関与している可能性が高いことが示唆された。

【掲載論文内容】 掲載論文内容より、試験部分の内容の一部を紹介しています

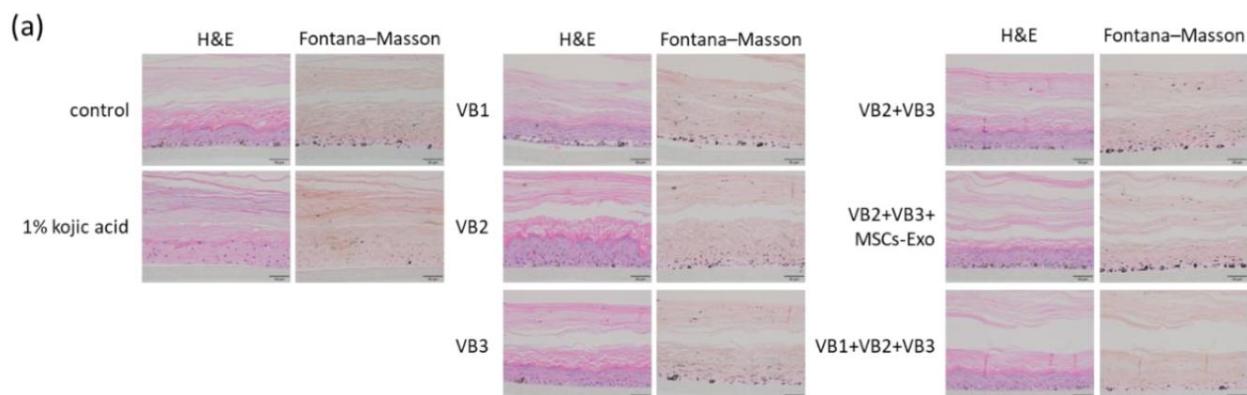
3D 皮膚モデルを使用した表皮画像の解析（図 1）



3D 皮膚モデルを使用して色素沈着について評価した。表皮表面に検体を継続的に 3 週間添加し、16 日目と 22 日目の表面画像を撮影し、色調変化を観察した。その後グレースケール(0-255)を用いて数値化した。

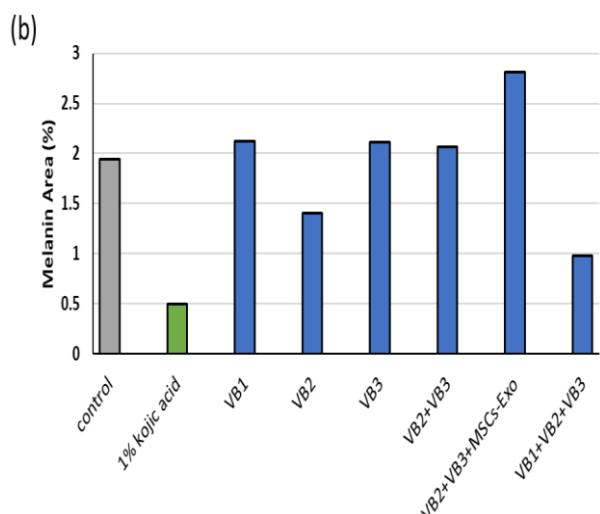
すべての検体で、16 日目より 22 日目の方が黒化が進んで見える。1% kojic acid では、コントロール群と比べると明らかに白色化が認められるが、VB 群については特に差異は見られなかった。画像をグレースケールに変換して数値化して比べても、同様の結果だった。

3D皮膚モデルの病理組織標本（図2）



(a) 22日目に一部の皮膚組織切片をホルマリン処理し、H&E(ヘマトキシリン&エオシン)染色およびフォンタナ-マッソン染色によりメラニンの存在を確認した。

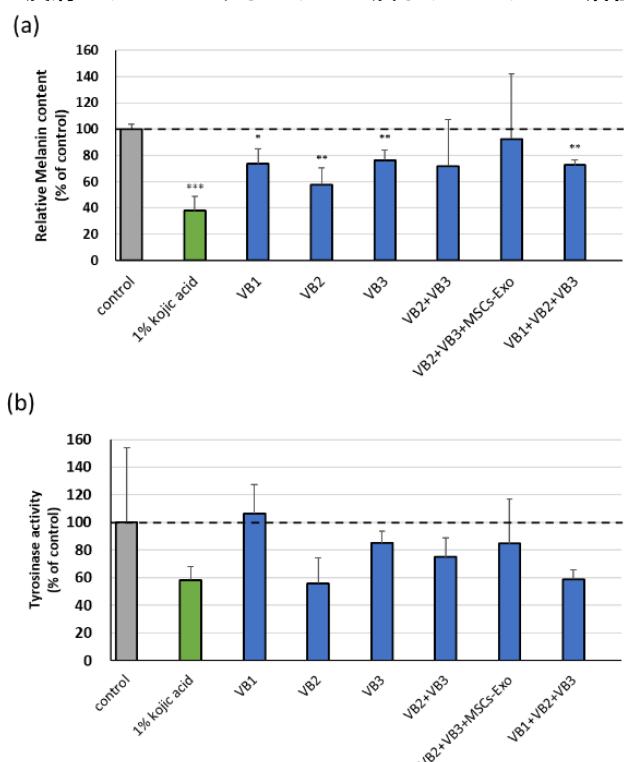
H&E染色で核は無傷であることが確認できたが、1%kojic acidでは表皮の構造に変化が認められた。有棘層が失われ、角質層も菲薄化していた。VB1は全体に染色が弱く、VB2は層構造をはっきりと有し、有棘層の厚みやひだの構造も十分だった。



(b) フォンタナ-マッソン染色で確認されたメラニン陽性領域を画像解析した。

1%kojic acidでは明らかなメラニンの減少が確認された。またVB2単独、VB1+VB2+VB3でもメラニンの減少が確認された。

3D 皮膚モデルにおけるメラニン及びチロシナーゼ活性の測定（図 3）



22 日目に、チャンバーの組織全体におけるメラニン量及びチロシナーゼ活性を測定した。

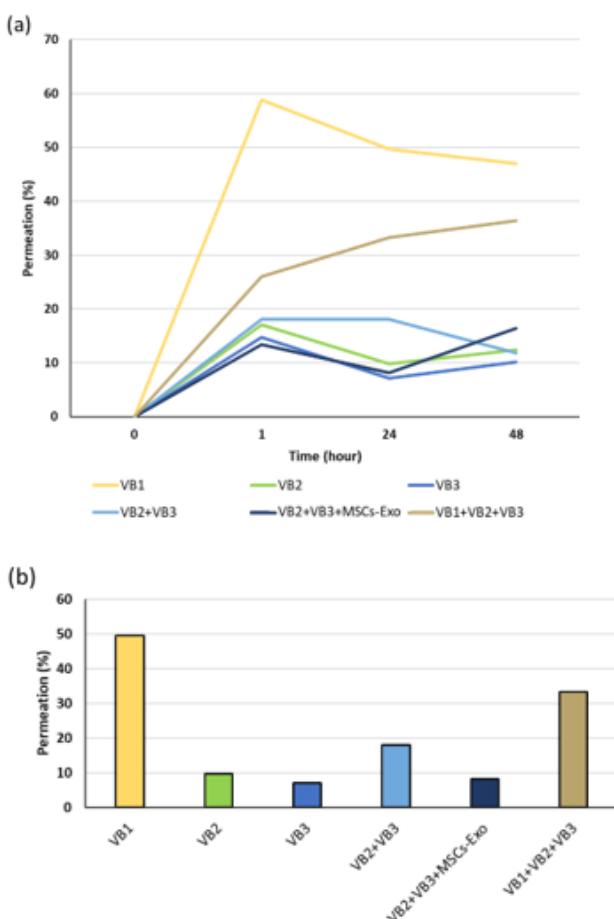
(a) メラニン量

メラニン量は 1%kojic acid、VB1, VB2, VB3 単独及び VB1+VB2+VB3 の併用で有意な減少が認められた。VB 群の中では、VB2 単独が最も強い抑制効果を示した。

(b) チロシナーゼ活性

チロシナーゼ活性は、各群とも有意な差は得られなかったが、メラニン量が低い VB2 単独、VB1+VB2+VB3 併用では、1%kojic acid と同等レベルまでチロシナーゼ活性を抑制する傾向がみられた。

VB の皮膚透過率を検証するための配合元素の検出（図 4）

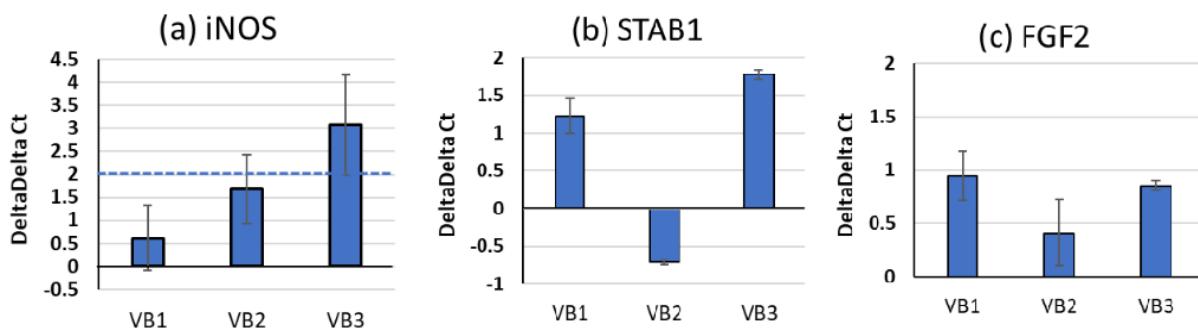


皮膚モデル培養プレートのチャンバー下部から培養液を回収し、培養液中の VB の元素成分 (V, S, W, Sb) を定量することで、VB の皮膚透過率を検証した。

(a) すべての VB 群において、添加後 1 時間すでに VB の元素成分が検出され、表皮層を透過していることが判明した。その後 24 時間、48 時間ににおいて、透過率に特に大きな増減はなく、一定の透過率を示した。

(b) 24 時間後の透過率が最も高かったのは、VB1 単独の 49.6% で、次に高かったのは VB1+VB2+VB3 の 33.3% だった。

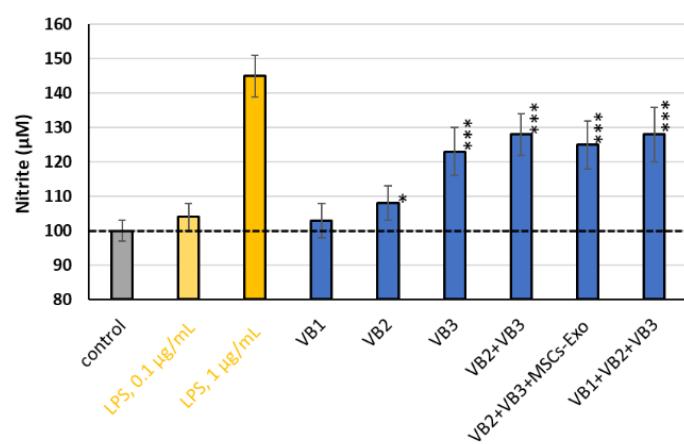
VB がマクロファージ機能に及ぼす作用 (mRNA) (図 5)



VB が表皮層を通過することができたため、真皮層に存在するマクロファージ機能への影響を想定し、VB のマクロファージの活性について検討を行った。マクロファージ活性の解析には定量 RT-PCR を使用し、VB1, VB2, VB3 を添加したときのマクロファージにおける(a)NO 合成酵素 (iNOS)、(b)STAB1、(c)FGF2 を測定した。

測定の結果、NO 合成酵素は上昇する傾向が認められた。特に VB3 では有意差のある上昇 (DeltaDeltaCt 2 以上) が認められた。老化細胞を認識する STAB1 は、VB1、VB3 で上昇傾向が認められた。さらに貪食した際に近傍の幹細胞へ再生を促す FGF2 も、有意な差ではなかったが、VB1、VB3 で強い上昇傾向を示した。

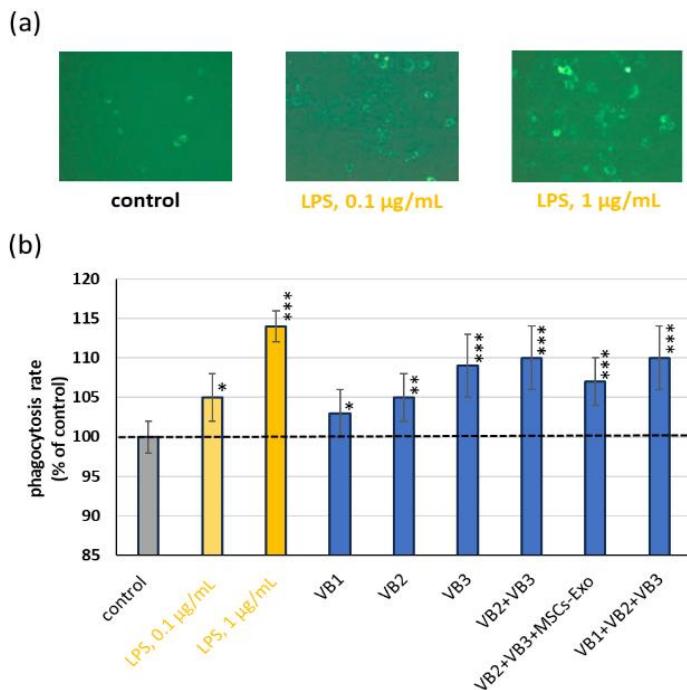
VB がマクロファージ機能に及ぼす作用 (NO 产生) (図 6)



VB3 が mRNA レベルで NO 合成酵素を顕著に上昇させたので、マクロファージが生成する Nitrite 量を測定した。LPS を陽性コントロールとして用いた。

Nitrite 生成量は、LPS, 1 $\mu\text{g}/\text{ml}$ で顕著に増加したが、LPS, 0.1 $\mu\text{g}/\text{ml}$ と VB1 を除いて各群で有意な上昇を示した。その上昇の程度は、mRNA レベルで見られた iNOS とほぼ同様の傾向が認められた。単独では VB3 が最も強く、VB2 と VB3 を併用すると、相加効果が認められた。

VB がマクロファージ機能に及ぼす作用（貪食能）(図 7)



蛍光ビーズの取り込み量によって、マクロファージの貪食能を評価した。マクロファージに VB1, VB2, VB3 と蛍光ビーズを同時に一定量添加し、マクロファージが貪食したビーズの蛍光強度を測定した。LPS を陽性コントロールとして用いた。

(a)LPS は濃度に依存して貪食能が高まることが画像でも確認され、貪食能を評価し得るマクロファージであることが示された。

(b)その評価系を用いて VB の貪食能を測定した結果、各群において有意な上昇が確認された。特に VB3 では、強い活性を示し、VB2 や VB1 との併用によって、効果が阻害されることはない。

<FSX 株式会社について> <https://www.fsx.co.jp/>

「おしぶりは物のサービスではなく心のサービス」を理念に、1967 年に貸しおしぶり業として創業。日本発祥のおしぶりを、衛生とおもてなしの「おしぶり文化」として再定義し、抗ウイルス・抗菌の衛生技術『VB(ブイビー)』や製造加工機の開発、アロマやデザインを取り入れ、OSHIBORI を文化ごと世界に輸出するなど、ソフトとハードの両面からおしぶりの新たな価値や市場を創出しています。2025 年には FSX のブランドコンセプトを伝える新スタイルの飲食店「Expression Kawaguchiko」を富士河口湖町に開業。国内外へ広く OSHIBORI 文化を広めるため、おしぶりから広がるおもてなしの感動を創造し続けます。

<FSX 富士株式会社について> https://www.fsx.co.jp/fsxfuji_oshibori/

FSX 富士株式会社は、東京・国立の地で創業 55 年を迎える FSX 株式会社のグループ会社として、2020 年 9 月に富士河口湖町に設立いたしました。「おしぶりは物のサービスではなく心のサービス」を理念として、富士五湖を中心におしぶりのレンタル、企画販売事業を展開しています。FSX グループならではの、抗ウイルス「VB おしぶり」や、天然アロマのおしぶり等、エリア唯一のおしぶりを提供しています。富士河口湖町の観光資源であるラベンダーを活用した『ふじぴょん』おしぶりを開発するなど、今後も観光資源豊富な富士山麓の地で、地域密着型事業による利点を活かしたマーケティングにより、おしぶりの新たな可能性を引き出す積極的な製品開発を行ってまいります。