

テクスチャーアナライザ EZTest™

多変量解析によるお菓子（クッキー）の官能評価値の予測

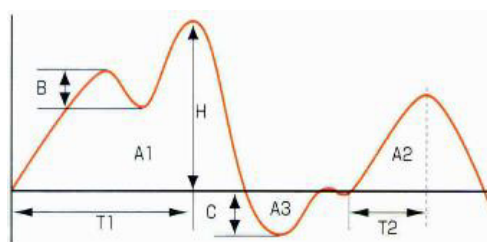
矢野 文彬、小池 夏実

ユーザーベネフィット

- ◆ EZTestを使用することでテクスチャー試験が可能です。
- ◆ 治具プラットフォームにより容易に治具を取り換えることができます。
- ◆ テクスチャー試験における測定値からおおよその官能評価値の予測が可能です。

■はじめに

おいしさを感じる要因には、食品による要因（味、香り、食感など）と人による要因（生理的、心理的、食習慣、外的など）がありますが、食品によっては、おいしさにおける食感の占める割合が大きく、食感の評価が重要事項の一つとなっています。食感の評価方法は人が食べてどう感じるかを評価する「官能的な評価」と、食品の持っている硬さなどを装置を使って評価する「物理的性質の評価」があります。食感は通常官能試験によって評価されますが、官能試験には人の感覚の個人差や体調などによる再現性の難しさの問題が伴います。そのため、客観的な結果を得るために、装置を使用した測定が行われています。テクスチャーの代表的な力学特性として、図1に示すSzczeniakのテクスチャー・プロファイルがあります¹⁾。テクスチャー・プロファイルでは基本的な食感は評価可能ですが、複雑な食感の測定は困難です。今回は、文献^{2, 3)}を参考に、多変量解析を行い、クッキーの硬さ、サクサク感、しっとり感の官能評価値の予測を行いました。また、圧縮試験、突き刺し試験、3点曲げ試験の3種類の測定方法で試験を行い、最適な評価手法を検討しました。



硬さ	: H	最大試験力 (N)
脆さ	: B	口の中で壊れる力 (N)
粘着性	: A3	歯・舌・口腔に付着して、引き離そうとする力 (N)
凝集性	: A2/A1	1回目と2回目の負荷面積 (エネルギー) の比
弾力性	: T2/T1	ピークまでの時間 (変位) の比
ガム性	: H×A2/A1	硬さ×凝集性
そしゃく性	: H×A2/A1×T2/T1	硬さ×弾力性×凝集性

図1 Szczeniakのテクスチャー・プロファイル



図2 測定サンプル (11種類のクッキー)

■官能評価

今回は11種類のクッキーを試験サンプルとしました。官能評価の結果を表1に示します。官能評価は、採点法²⁾を参考に実施しました。官能評価は16名で行い、最大・最小からそれぞれ3名分を除外した10名分のデータにて評価しました。

表1 官能評価の結果 (中央10名の統計結果)

サンプル名	硬さ			サクサク感			しっとり感		
	平均値	標準偏差	変動係数	平均値	標準偏差	変動係数	平均値	標準偏差	変動係数
A	54.30	7.85	14.45	72.10	5.07	7.03	44.90	8.57	19.09
B	66.10	4.58	6.93	80.20	5.90	7.36	20.30	8.08	39.82
C	20.40	4.70	23.02	25.50	4.28	16.77	79.00	6.99	8.85
D	88.60	3.10	3.50	78.80	6.14	7.80	22.50	7.55	33.54
E	60.20	9.44	15.68	67.60	6.22	9.20	42.10	13.11	31.14
F	52.50	7.23	13.77	70.90	5.20	7.33	40.00	9.43	23.57
G	72.20	4.13	5.72	65.80	4.44	6.75	37.65	5.52	14.66
H	40.30	7.87	19.54	40.10	7.23	18.04	55.70	14.58	26.18
I	54.70	8.21	15.00	68.20	6.43	9.42	37.10	6.21	16.73
J	75.60	5.50	7.28	83.40	3.53	4.24	24.60	7.59	30.85
K	34.50	4.38	12.69	31.30	3.80	12.15	70.00	11.55	16.50

■ テクスチャー試験

測定にはテクスチャーアナライザEZTestを使用しました。今回は、圧縮試験、突き刺し試験、3点曲げ試験を行いました。使用した治具などの装置構成を表2に示します。また、試験の様子を図3に示します。

表2 装置構成

テクスチャーアナライザ	: EZTest
ロードセル	: 100 N
試験治具	: φ3円柱押し治具 (圧縮試験) 30°円錐押し治具 (突き刺し試験) R2.5 mm 3点曲げ試験治具 (3点曲げ試験)
ソフトウェア	: TRAPEZIUM™-X テクスチャー

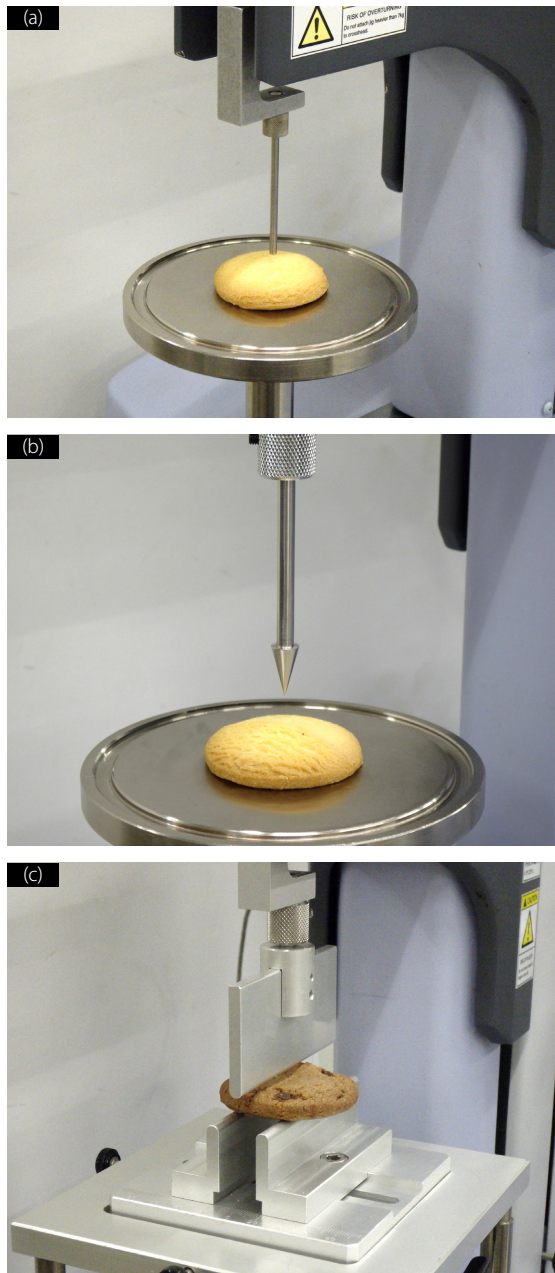


図3 試験の様子
(a) 圧縮試験 (b) 突き刺し試験 (c) 3点曲げ試験

圧縮試験の試験速度は10 mm/secに設定しました。代表的な試験力-ひずみ線図を図4に示します。サンプルは均一ではないため、サンプル内のばらつきは大きくなりましたが、サンプルAのように試験力が増減しながら試験が進行するものや、サンプルCのように滑らかに試験が進行するもの、サンプルDのように試験力が大きく増減するものといったようにサンプルごとのおおまかな傾向は現れました。

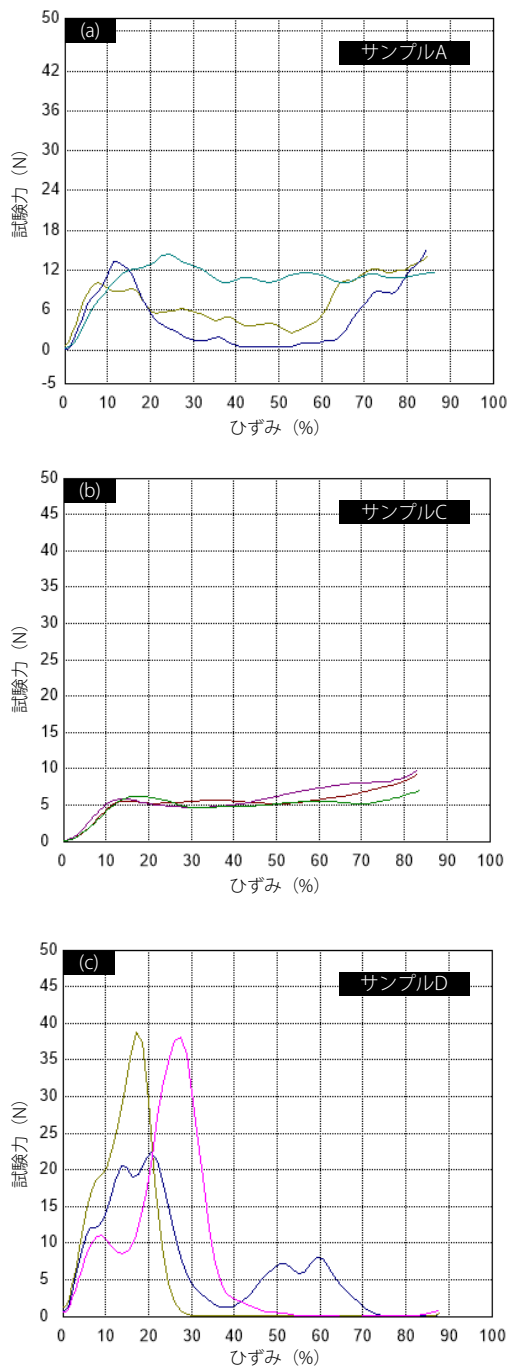


図4 圧縮試験結果（試験力-ひずみ線図）の一例
(a) サンプルAの結果 (b) サンプルCの結果 (c) サンプルDの結果

突き刺し試験の試験速度は、圧縮試験と同様に、10 mm/secに設定しました。図5に突き刺し試験の一例として試験力-ひずみ線図を示します。圧縮試験の結果と同様に、それぞれのサンプル内でのばらつきは大きくなりましたが、サンプルごとの傾向は現れました。

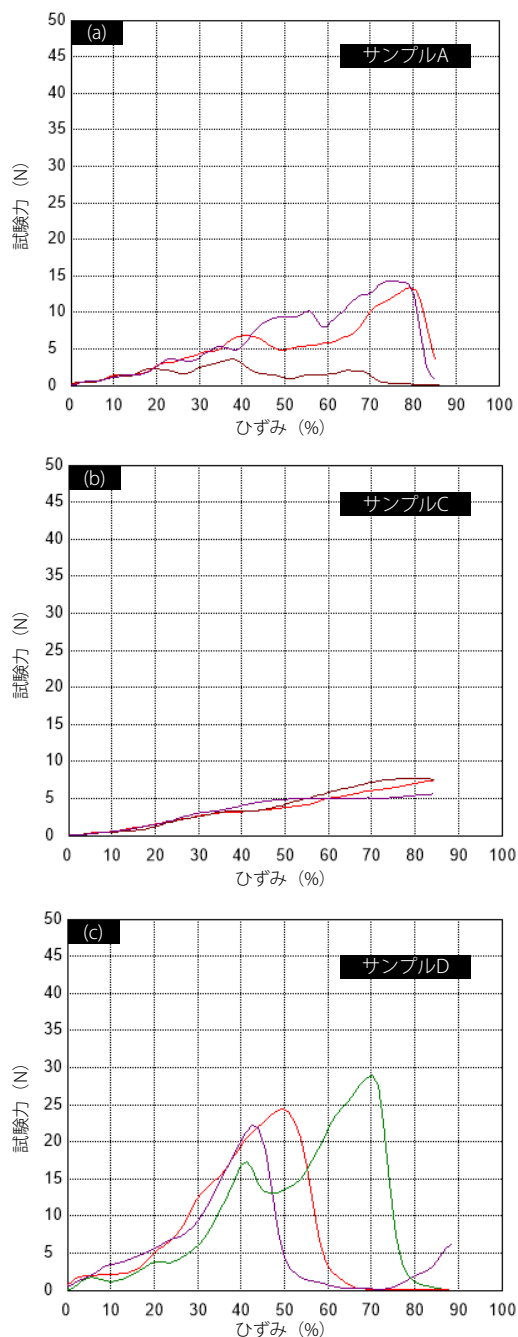


図5 突き刺し試験結果（試験力-ひずみ線図）の一例
(a) サンプルAの結果 (b) サンプルCの結果 (c) サンプルDの結果

3点曲げ試験の試験速度は1 mm/secに設定しました。また、支点間距離は、サンプルごとに、おおよそサンプルの厚さの2倍となるように設定しました。図6に3点曲げ試験の一例として、応力-ひずみ線図を示します。サンプルCのように比較的再現性の良いサンプルもありました。一方で、サンプルAやサンプルDのようにばらつきが大きいサンプルもありました。しかし、全体的な傾向として、サンプルごとの傾向は現れました。

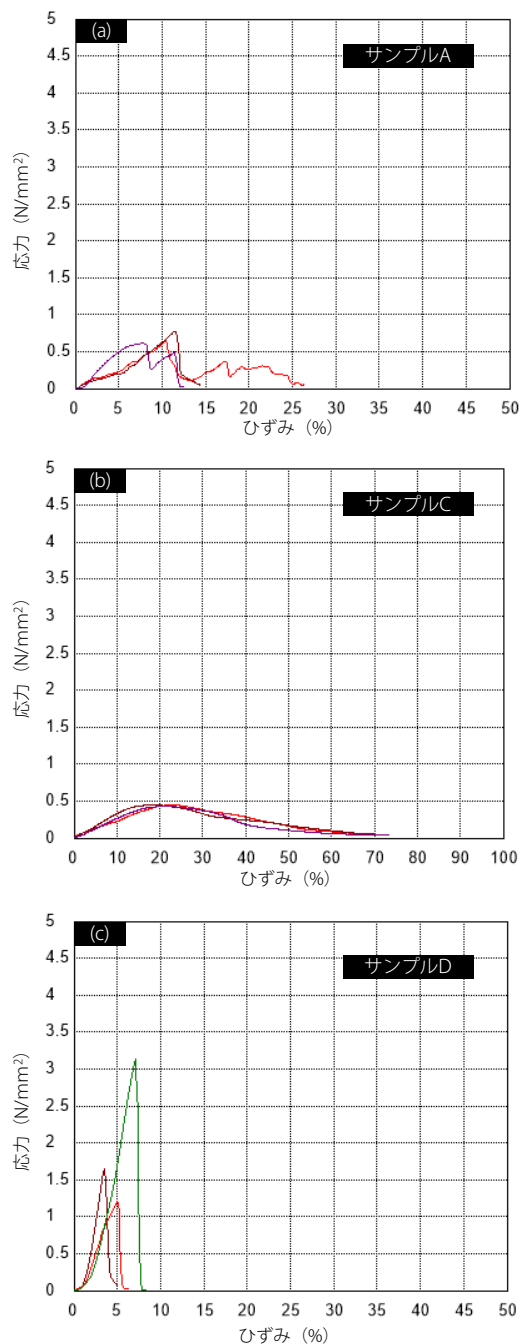


図6 3点曲げ試験結果（応力-ひずみ線図）の一例
(a) サンプルAの結果 (b) サンプルCの結果 (c) サンプルDの結果

今回はそれぞれのテクスチャー試験にて、硬さ、最大試験力点のひずみ、試験初期の傾き、エネルギー、凸点の個数、サンプルの厚さの6項目を測定し、3項目の官能評価の結果と比較しました。一例として、硬さについて、テクスチャー試験結果と官能評価の結果を比較した例を図7に示します。相関係数は、それぞれ0.77、0.52、0.67となりました。この結果から、Szczesniakのテクスチャー・プロファイルにおける硬さは、ある程度の相関はあるものの、この試験においては官能評価の結果と必ずしも一致しないという結果となりました。硬さ以外の官能評価項目についても、テクスチャー試験の結果と比較したところ、圧縮試験の相関係数が優れていたため、今回実施した試験方法の中では圧縮試験が官能評価と最も一致する試験方法と考えました。

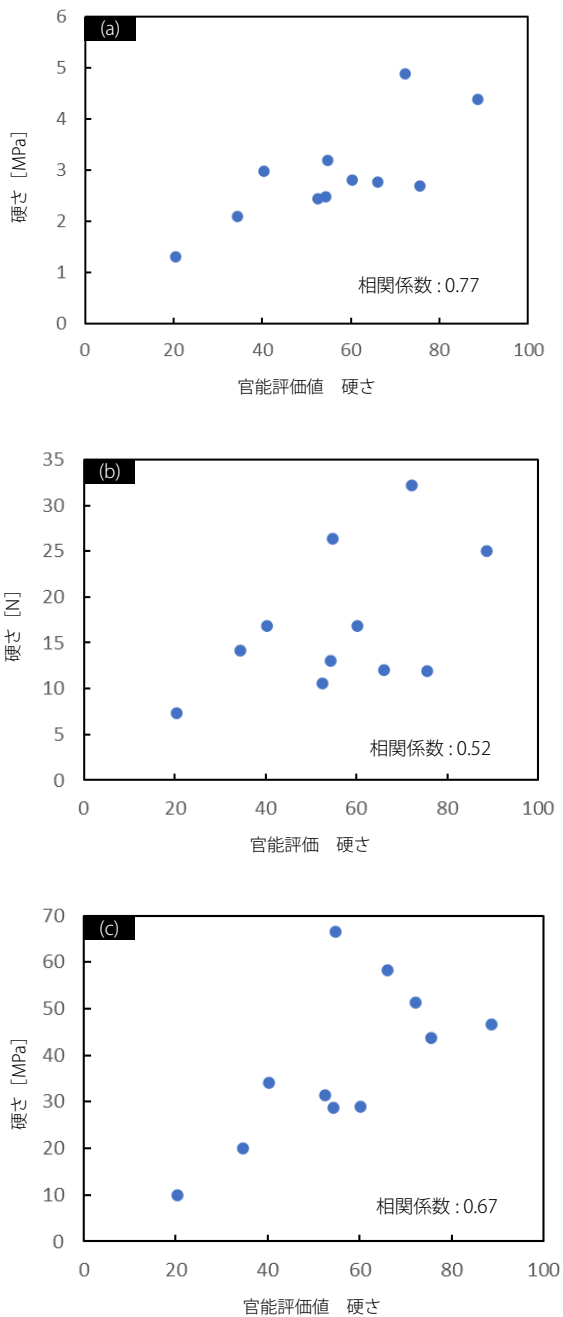


図7 テクスチャー試験と官能評価比較の一例
(a) 圧縮試験の硬さ (b) 突き刺し試験の硬さ (c) 3点曲げ試験の硬さ

前述の通り、圧縮試験が適した方法であることが明らかとなったので、以降は圧縮試験に絞って検討しました。しかし、圧縮試験の中でも、1つのみのテクスチャー試験結果と官能評価項目を比較して、相関係数0.9以上の強い相関を得ることができませんでした。また、図8に示すようにしっとり感などはそもそも相関のあるテクスチャー試験の評価項目の特定が困難でした。よって、重回帰分析により官能評価値の予測を行いました。今回は11サンプルの内、サンプルA~Iの特性値を使用して、回帰式を求め、サンプルJ、Kの官能評価値を予測し、実際の官能評価値の結果と比較しました。

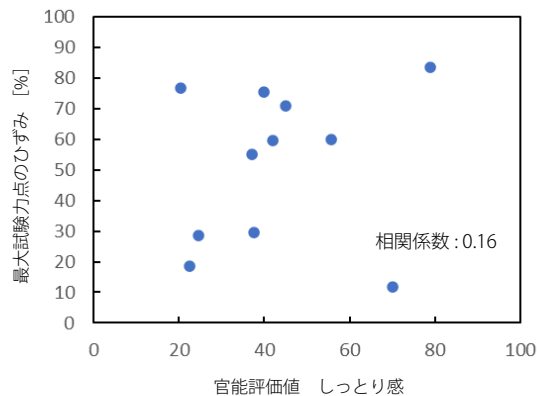


図8 圧縮試験における最大試験力点のひずみとしっとり感の比較

重回帰分析の結果を図9に示します。今回は説明変数^{2), 3)}に、硬さ、最大試験力点のひずみ、試験初期の傾き、エネルギー、凸点の個数、サンプルの厚さを選択しました。図9に重回帰分析の結果を示します。回帰式により予測したサンプルJ、Kの値をオレンジで示しています。図9より、予測値と官能評価値はおおよそ一致しており、官能評価値の予測が可能であることが示唆されました。

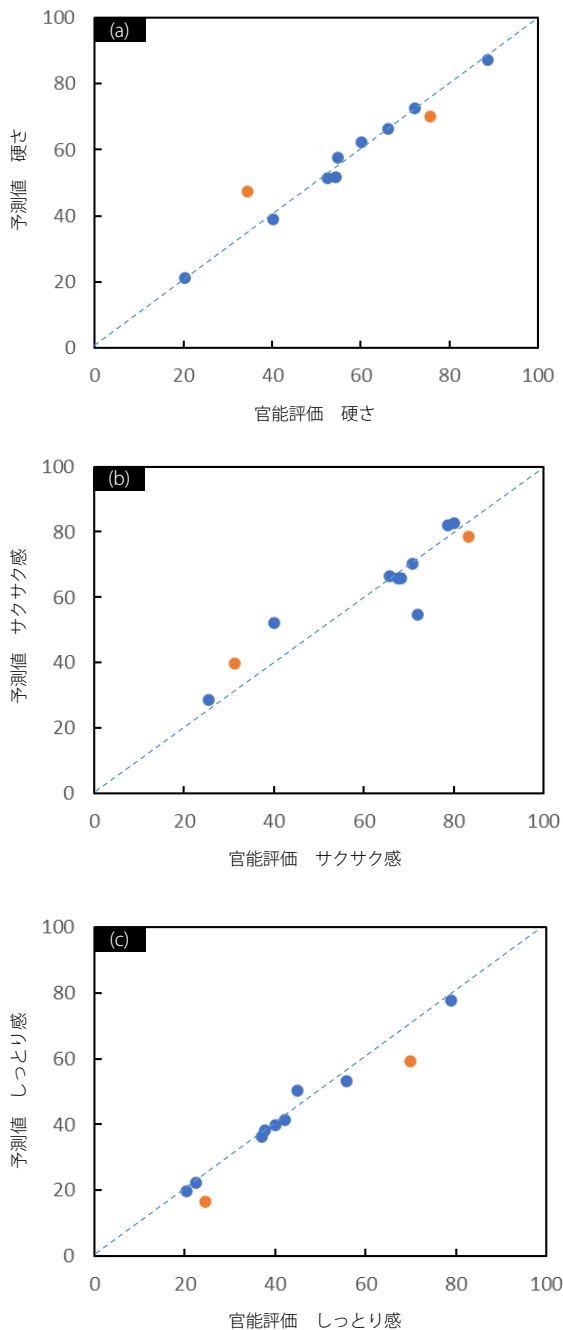


図9 重回帰分析による官能
(a) 硬さ (b) サクサク感 (c) しっとり感

■まとめ

テクスチャーアナライザEZTestを使用したクッキーの官能評価値の予測を行いました。今回実施した3種類の試験方法の中では、圧縮試験が最も適していることが明らかとなりました。また、サクサク感やしっとり感など1つのテクスチャー試験結果からは相関が得られないような官能評価項目についても、様々なテクスチャー試験結果を説明変数として重回帰分析を行うことで、おおよその官能評価値の予測が可能となりました。

<参考文献>

- 1) 山野善正, 進化する食品テクスチャー研究, 社会法人おいしさの科学研究所 (2011)
- 2) 古川秀子, 上田玲子, 続おいしさを測る, 幸書房 (2012)
- 3) 長沢伸也, 川栄聡志, Excelでできる統計的官能評価法, 日科技連 (2008)

EZTestおよびTRAPEZIUMIは、株式会社島津製作所またはその関係会社の日本およびその他の国における商標です。

株式会社 島津製作所 分析計測事業部
グローバルアプリケーション開発センター

01-00377-JP 初版発行：2022年 3月

島津コールセンター ☎ 0120-131691

本文書に記載されている製品は、医薬品医療機器等法に基づく医療機器として承認・認証等を受けた機器ではありません。本文書に記載されている分析手法を診断目的で使用することはできません。

本文中に記載されている会社名および製品名は、各社の商標および登録商標です。本文中では「TM」、「®」を明記していない場合があります。

本資料は発行時の情報に基づいて作成されており、予告なく改訂することがあります。

最新版は、島津製作所>分析計測機器の以下のサイトより閲覧できます。
<https://www.an.shimadzu.co.jp/apl/index.htm>

会員制情報サービス Shim-Solutions Club にご登録いただけますと、毎月の最新情報をメールでご案内します。新規登録は、<https://solutions.shimadzu.co.jp/> よりお願いします。

© Shimadzu Corporation, 2022