【報告】

開封しやすい豆腐パックの試作および人間工学評価

ユニバーサルデザイン工芸科　易　強　多々良哲也
須田産業株式会社　鈴木敏治

The Prototyping and Ergonomic Evaluation of an Easy to Open Tofu Pack

Tsuyoshi Yi Yoto, Tetsuya Tatara and Toshiji Suzuki

There are only a few tofu packs on shelves that can be opened easily by hand. At present many people have to cut the upper film of tofu packs by knife. Consequently, tofu packs are hard to handle for children, the elderly and physically challenged people. In order to open tofu packs easily, the idea of adding a ring to the top film was proposed by a junior high school student. This proposal was awarded the 9th universal design grand prize of Shizuoka prefecture for junior high school students. We made a prototype of the tofu pack, named Surutto, based on the design competition idea, to examine the practicality of the pack in its usability and muscle load requirements.

Method: The subjects were 4 sufferers of rheumatism, 6 elderly people and 7 young people. A questionnaire was completed by the subjects after they opened the tofu packs and the times taken were measured. The muscular load was evaluated by surface electromyogram (EMG) of muscles flexor digitorum superficialis, extensor digitorum, flexor carpi ulnaris and adductor pollicis on the elderly and young people.

Result: The subjects couldn't open the off the shelf tofu packs even though they made all possible effort for 39 seconds on average. Conversely, the Surutto pack could be opened by all the subjects in 13 seconds. The mean time of the subject groups was 21 seconds for sufferers of rheumatism, 10 seconds for the elderly people and 17 seconds for young people. The results of the EMG showed that the muscular load required to open the Surutto pack was about 1/4 to 1/5 that required for the packs off the shelf.

Conclusion: After we adjusted the adhesive strength between the base and the top film of the prototype tofu pack and added a ring to the top film, people could open the tofu pack easily by pulling on the ring with one finger. As well as healthy young people, the elderly and the physically challenged could open the tofu pack with weaker force and in less time than the existing pack designs.

1．序論

豆腐は消化吸収がよく、タンパク質の栄養的価値は質・量ともに高く、健康食品として日本に限らず、世界中で食用されている。日本では１世帯平均年間75丁購入され、食卓に馴染み深い食品である[1)]。

日本の65歳以上の高齢者人口は、過去最高の2,822万人となり、総人口に占める割合（高齢化率）も22.1％となった。「75歳以上人口」（後期高齢者）は1,322万人（男性499万人、女性823万人）で、総人口に占める割合は10.4％となり、初めて10％を超えた。まさに５人に１人が高齢者、10人に１人が75歳以上の「本格的な超高齢社会」となっている[2)]。また、上肢機能障害者が約45万人いると言われ[3)]、「手足の関節が痛む」と訴える人数は、日本全国で560万人、人口の4.5％を占めている。慢性関節リウマチのみでも患者数は日本全国で70万人であり、一年に１万5,000人が新しく発病している[4)]。

【報告】

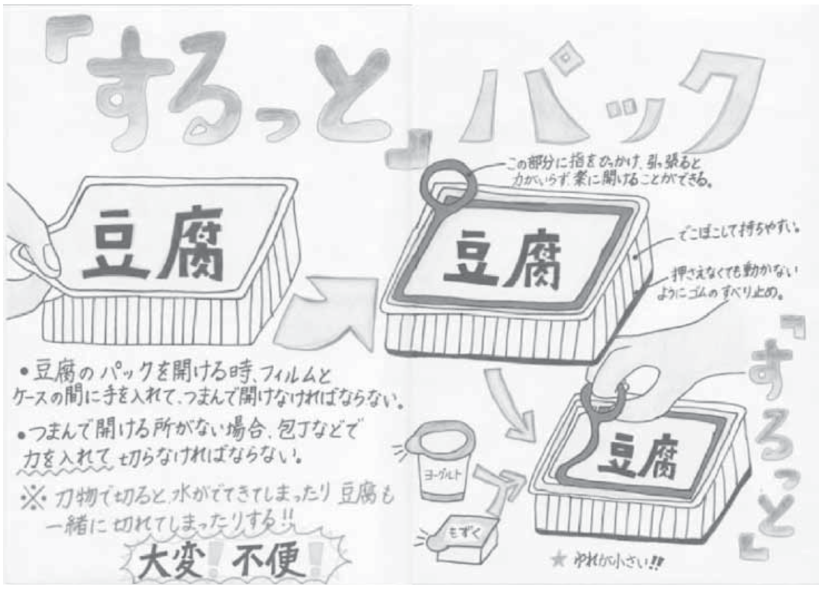

Figure 1. New idea for open tofu pack proposed by a junior high school student Momoko Inamori

市販されている豆腐パックのシールは手で簡単に開けられるものが少なく、包丁で切らざるを得ないのが現状である。このため、子ども、高齢者、手に障碍のある人にとって扱いにくい商品となっている。この問題を少しでも解消するために、まだ種類が少ないが、容器とシールの接着力を小さくするイージーオープンタイプのパックや発想転換して裏から開けられるように工夫した“開楽パック”などが見られるようになった[5]。しかし、指のピンチ力が弱い子どもや高齢者、指に障碍のある方にとっては、豆腐パックを開けるのは依然困難である。

この問題に着目して、藤枝市の中学生[6]が手で簡単に開封するため、丸い“わっか”の付いたトップシールを１本の指で剥がせるようにするアイディア「するっとパック」を提案し、第９回しずおかユニバーサルデザイン大賞中学生の部を受賞した(Figure 1)。

このアイディアを基に、我々が実用化に向けた試作品を製作し、ユーザビリティ評価や筋負担評価を行い、その有効性を検証した。

２．方法

２．１　パックの試作

試作した「するっとパック」の容器の素材はポリプロピレン（PP：Polypropylene）である。「するっとパック」のシールはイージーピールフィルム（ポリエチレンテレフタラート（PET：polyethylene terephthalate）とポリプロピレンの共押出多層フィルム）のE3310E（DIC製）である。シールの厚さは63μmである。シールの表面は市販豆腐と同じように商品情報を印刷した。容器の上の縁とシールは170℃で熱接着した。実験のために、中身は本物の豆腐ではなく、メラミンスポンジと水にした。トップシールの四角の内の１角に“わっか”状のシールを連結している（Figure　2）。

一方、試作品の有効性を検証するため、市販の豆腐パック相当のパックも製作した。市販のものと同じ材料を使い、試作品と同じ大きさと重さのメラミンスポンジを水と一緒に容器に密封した。容器の材料は試作品と同じだが、シールの素材は二軸延伸ポリプレン（OPP：Biaxially Oriented Polypropylene）である。シールの厚さは45μmである。容器の上の縁とシールは210℃で熱接着した。

２．２　被験者

被験者は全部で17人、以下の三つのグループに属する。リウマチ患者グループ（RG）は４人（70.4±2.4)、若年者グループ（YG）は７人（20.4±0.3)、高齢者グループ（EG）は６人（69.8±1.6）であった。リウマチ患者１人が男性であるのを除いて、他の16人は女性であった。実験の前に、被験者全員に実験の目的、内容など口頭及び書面の両方でインフォームド・コンセントを実施した。

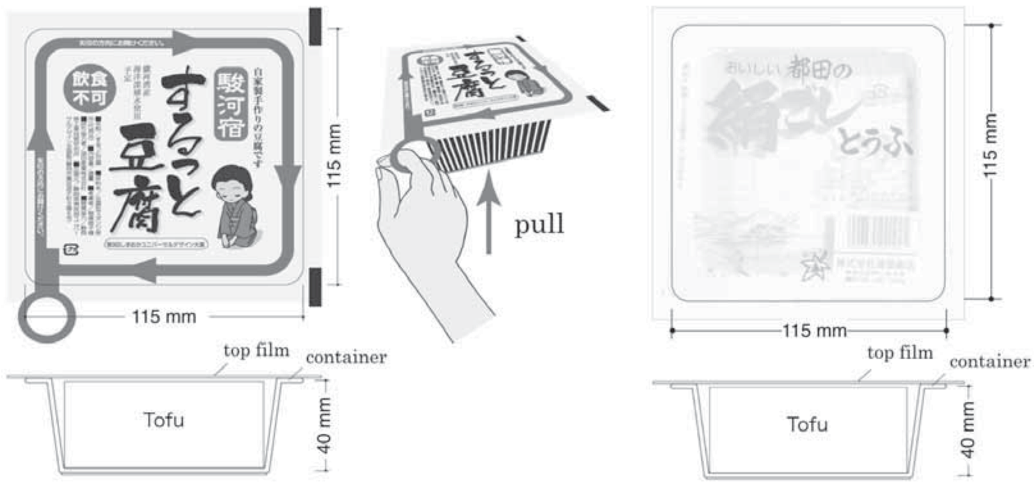

Figure 2. Prototype of the tofu pack named "Surutto" and traditional tofu pack

2．3　タスク

立位で高さ700mmのテーブルの上に置かれた豆腐パックの前に立ち、手のみで豆腐のシールを取るように依頼した（Figure 3）。「するっとパック」が先か既製品パックが先か被験者のよってランダムとした。但し、普段リウマチ患者グループは既製品を手で開けることはしないので、既存品タスクは実施しなかった。豆腐パックに手を触れてから、シールが取れるまでの時間をビデオの映像から測定した。最大努力しても開けられなくて、お手上げと申告するまでの時間も作業時間とした。

2．4　主観評価

各タスクの後にパックの開けやすさについて、被験者にアンケート調査を行った。

VAS法で、長さ100mmの直線上に印を付けてもらうように依頼した。左端は最も開けにくいとし、右端は最も開けやすいとした。左端から付けた印までの距離をそのタスクに対する主観評価値とした。リウマチ患者グループは、既製品のパックを開けなかったが、パックを手にとって、主観評価を実施した。

2．5　筋電図

豆腐パックの開封動作の間の左右の浅指屈筋、総指伸筋、尺側手根屈筋、母指内転筋計8カ所から皮膚表面筋電図を測定した。若年者グループと高齢者グループのみ筋電図測定を実施した。筋電図測定に使用したのはテレメトリー筋電計MQ8（キッセイコムテック製）であった。30Hzのハイパスフィルターで1000Hzのサンプリング周波数でパソコンにデジタル収録した。ビデオカメラ経由で動作の映像も同じPCに筋電図と同期して収録した（Figure 4）。

2．6データ処理

各グループの主観評価値、作業時間の平均値を求め、分散分析で平均値の統計検定を実施した。高齢者と若年者の筋負担の平均値の統計検定はt-検定で実施した。

YG with traduional pack　　EG with Surutto　　RG with Surutto

Figure 3. Experimental snap

【報告】

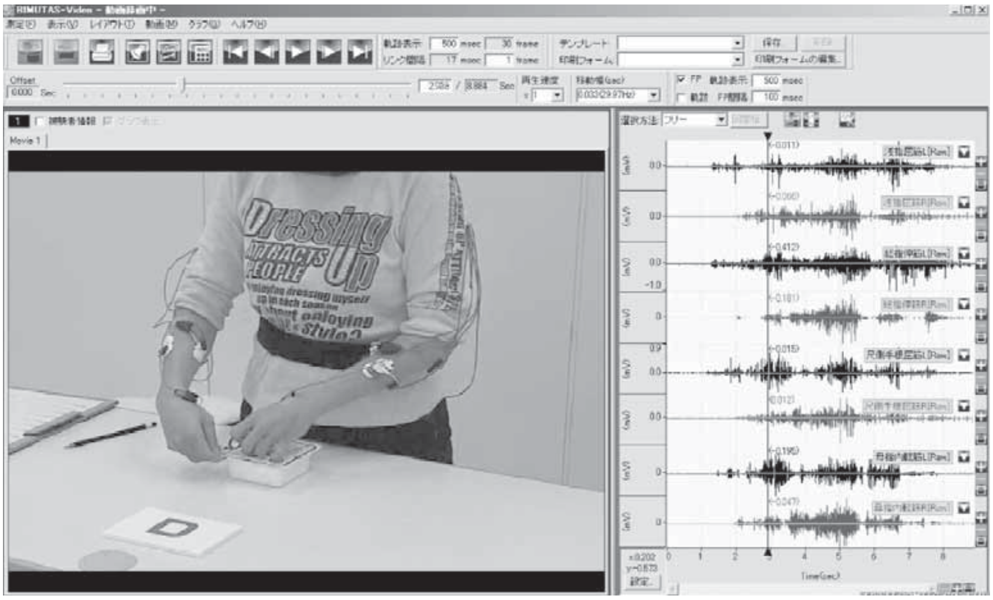

Figure 4. A sample image of EMG synchronously recorded with video

３．結果

３．１　開封時間

市販の豆腐パックを39秒努力しても全員が開けられないのに対して、「するっとパック」は平均で約１／３の時間の13秒で全員開封できた。ユーザグループ別で見ると、リウマチ患者は平均で21秒、高齢者は10秒、若年者は17秒であった。市販の豆腐パックに比べ、高齢者と若年者はともに、「するっとパック」の開封時間が有意に短かった（高齢$t_5=3.315$, $p<0.05$, 若年$t_6=2.237$, $p<0.05$）（Figure ５）。

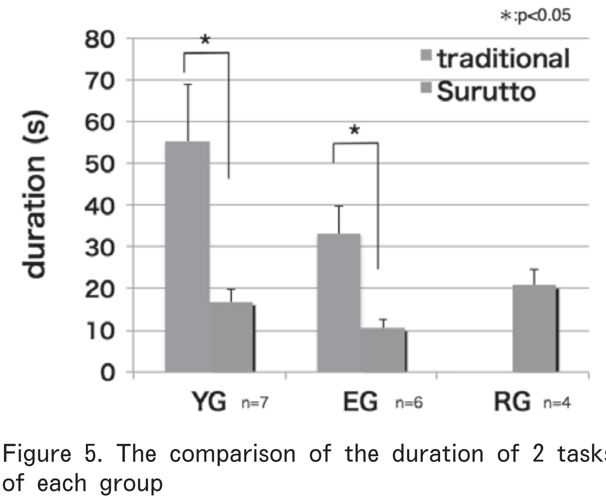

Figure 5. The comparison of the duration of 2 tasks of each group
YG: young people, EG: elderly people, RG: group of rheumatism

３．２　主観評価

手で頑張っても開けられなかった既製品に対して、限りなく０点に近い値で非常に開けにくいという評価になった。一方、「するっとパック」は、３グループの評価が共に50点を超え、既製品に比べて、有意に高かった（リウマチ$t_3=-11.152$, $p<0.05$, 高齢$t_5=-7.73$, $p<0.05$, 若年$t_6=-4.96$, $p<0.05$）（Figure ６）。

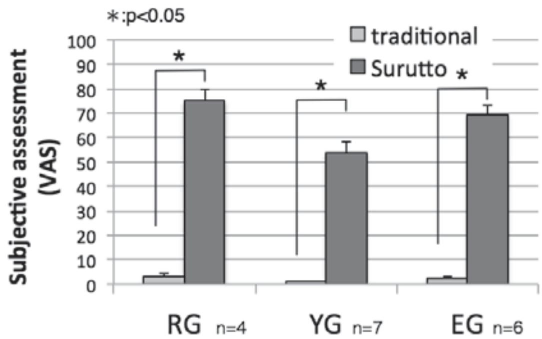

Figure 6. The comparison of the subjective assessment values
YG: young people, EG: elderly people , RG: group of rheumatism

３．３　筋負担評価

既製品を開けようとする筋負担を100％とした場合、高齢者と若年者グループの筋電図の結果をFigure ７に示す。既製品に比べ、「するっとパック」のほうの筋負担が有意に低減あるいは低減傾向を示し、既製品のおよそ１／４から１／５であった。

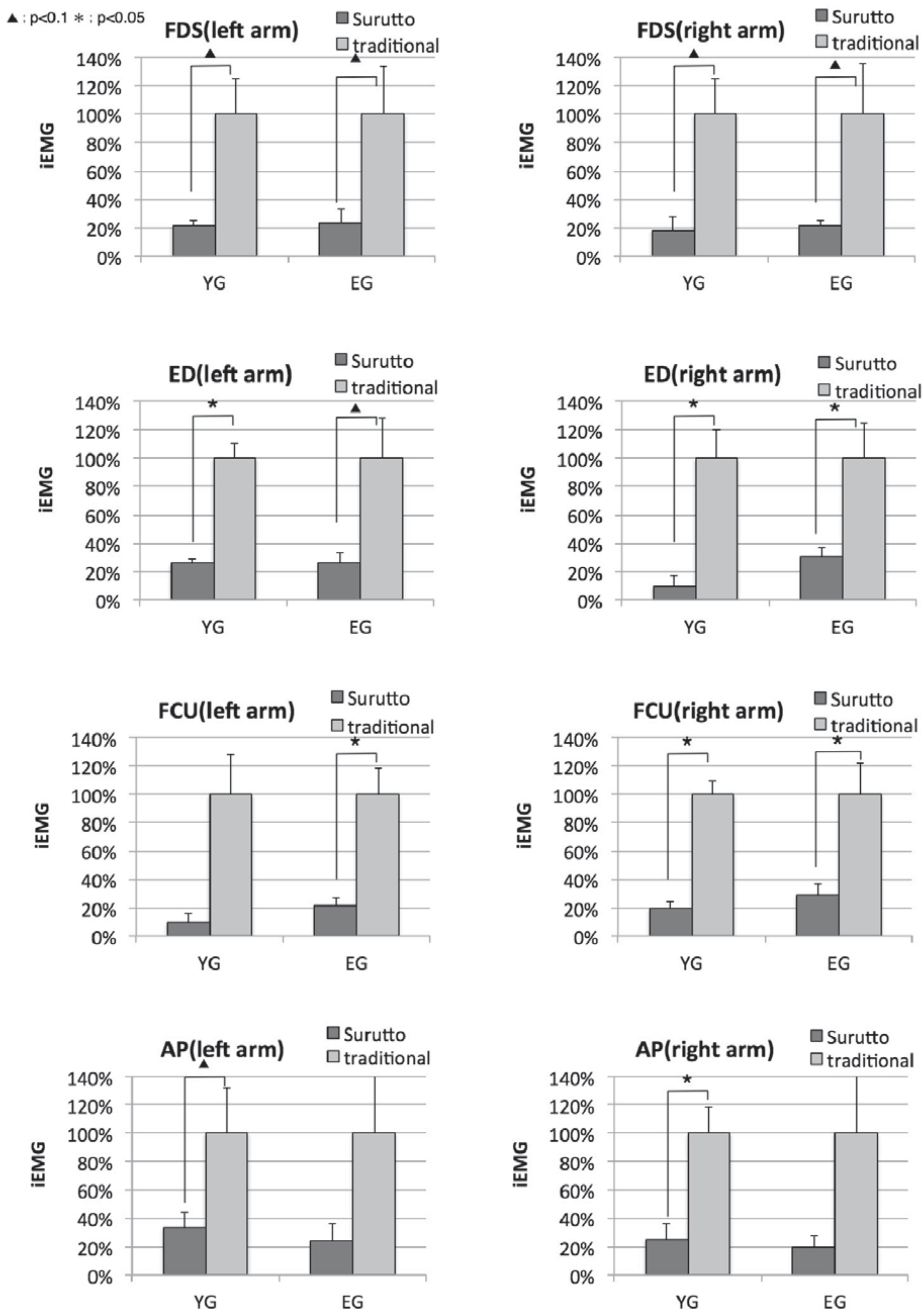

Figure 7. The comparison of the muscular load
YG: young people n=7, EG: elderly people n=6
FDS: flexor digitorum superficialis, ED: extensor digitorum, FCU: flexor carpi ulnaris, AP: adductor pollicis

【報告】

４．討論

既製品の豆腐パックは、輸送や店頭陳列の際に重なって置いても破れないために、容器とシールの間の接着力を強くして対処してきた。しかし、そうすることで、ユーザーが豆腐パックを開封する時、手だけでは開けられなく、包丁の使用を余儀なくされた。包丁の使用が困難な障碍者や子どもは諦めざるを得ないので、ユニバーサルデザインの観点から見ると問題のある製品である。

容器とシールの間の接着力を弱く設定できるイージーオーブンタイプのものがある。指のピンチ力があれば、シールの端を持って引っ張ることで、手だけでパックを開封することができる。しかし、指のピンチ力が弱い高齢者はシールの端をつかむのに苦労するのが予想される。今回試作した「するっとパック」は、イージーオーブンタイプのシールの端に“わっか”状シールを加えたことによって、指１本でも引っかけられるので、シールの端を引っ張り上げるのが容易になった。今回の実験で、関節の固まったリウマチ患者でも実際に開けられた。この方式のパックなら、より多くの人が自分の手で豆腐パックを開けられるようになるだろう。

今回の試作品に開ける方向を赤いガイドラインに沿って、１周して開けること想定していたが、実際に実験に参加したユーザーの多数、特に高齢者では、シールを対角線の方向に開けていたのが観察された。この方法では、開ける距離が最も短く、短時間に開けられるというメリットがあると考えられる。今回の実験では、開封時間において、若年者に比べ、高齢者のほうが若干早かったのはこれが原因の１つと考えられる。

今回の実験で、シールの端に“わっか”状シールを加えることの有効性について確認できた。しかし、実際に生産ラインにおいて如何にこの工程を組み入れるのかが課題として残っている。今後、生産技術、コストなどの角度で総合評価し、最適な製造方法の開発に取り組む予定である。

謝辞

この研究は、静岡県くらし・環境部県民生活課ユニバーサルデザイン班、社団法人静岡市シルバー人材センター、学校法人静岡理工科大学静岡デザイン専門学校、社団法人日本リウマチ友の会静岡支部のご支援、ご協力を得て実施することができた。関係者に深く感謝する。

参考文献

１）総務省統計局. 2007.「家計調査」
２）内閣府. 2009a. 「高齢社会白書」
３）内閣府. 2009b. 「障害者白書」
４）厚生労働省. 1992.「国民生活基礎調査」
５）足立 左千子. 2005. 藤村工業: 各種フィルムと強・弱ヒートシールが作る開封容易な密封豆腐パック.コンバーテック 33(7), 9-11
６）静岡県. 2010. 第９回しずおかユニバーサルデザイン大賞発表, http://www.pref.shizuoka.jp/ud/9thudtaisyousakuhin.html