

200V電磁調理器に効率よく使用できる鍋について

黒木晶子 柴田邦子*) 江上一子
 福田光伸**) 木元和彦**)

Efficiency of Cookpans in Using 200 Volt - induction heating ranges

Akiko KUROKI Kuniko SHIBATA*) Kazuko EGAMI
 Mitsunobu FUKUDA**) Kazuhiko KIMOTO**)

(1994年1月11日 受理)

I. 諸 論

社会の変化に伴い、欧米の家庭やレストランでは早くからハイパワーの200Vの電磁調理器が使われ、また、それに適した鍋も作られている。近年、我が国においても、100Vから200Vの電磁調理器が開発され、火力もガスと同様に強力になり、一般家庭でもその利用が増加してきている。電磁調理器は、炎も煙も出ないので周囲の可燃物への引火の危険がなく、空気を汚さず清潔なことが利点とされている。また、プレートがフラットで手入れが簡単であり、外観もクリーンであるなどの理由で普及しつつある。しかしながら、電磁調理器は、磁力線によって鍋自体を発熱させる調理器であるので、使用できる鍋は、鍋底に渦電流が発生する磁性体に限定される。

本報では、熱効率がよいといわれている200Vの電磁調理器を用い、煮物調理の中で肉じゃがについて、鍋の材質や構造の違いが調理の出来上がりに及ぼす影響について検討した。

II. 実験方法

実験は、九州電力総合研究所及びオール電化体験ハウス・エック21福岡で行った。

実験に使用した機器

① 鍋

材質と構造の異なる5種類のE, S, O, V, Fの鍋を使用した。表1のように、EはYUS180ステンレスの単層構造、Sは強磁性鋼の鉄に強化ガラス・セラミックをコーティングしたホーロータイプ、Oは(18-8)ステンレスとアルミ合金18-0ステンレスの多層構造、Vは304ステンレスとアルミ合金などの7層構造、Fは鉄のホーロータイプのものである。

アルファベットの文字は、商品名の頭文字を使用した。

② 加熱機器と実験装置

加熱機器は日立家電HTC=D4Aおよび三菱CS-201C型を使用した。(図1)

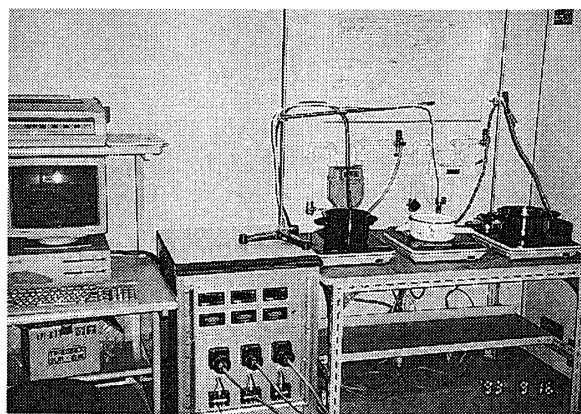
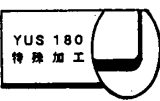
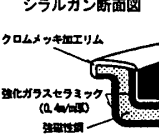
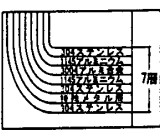


図1 温度測定装置

*) 中村学園大学 非常勤講師

***) 九州電力総合研究所

表1 実験に使用した鍋の種類

鍋の種類	E	S	O	V	F
材質 (構造)	YUS180ステンレス 	新素材シラルガン シラルガン断面図 クロムメッキ加工エリム 強化ガラスセラミック 強度性能 (95%) 	18-10ステンレス 底18-10ステンレス +アルミ合金+18- 0ステンレス	ステンレス7層 	鉄板の上にガラス を焼きつけた
サイズ 径×深(cm) 重量(g) 厚み(mm)	22.0×9.0 1,950 2.5	22.0×9.0 2,000 3.8	20.0×8.5 1,500 5.6	21.0×8.0 1,420 2.5	19.0×8.5 780 2.0
製造販売元	富士食器(株)	シリット社 (ドイツ) (株)セイエイ	BRA社 (スペイン) 東京アルミニウム(株)	ビタクラフト社 (アメリカ) サントリーショッピング クラブ	FUJIHORO

温度測定は九州リオン熱効率測定装置で測定した。
赤外線温度解析装置は日本電子サーモビュアJTG
-4200S/4600Sを使用した。

(2) 肉じゃが(煮物調理)について

1) 試料: ジャガイモ(メークイン)は皮を剥き, 1
個約15gの塊状に切ったもの300g, 牛バラ肉の薄

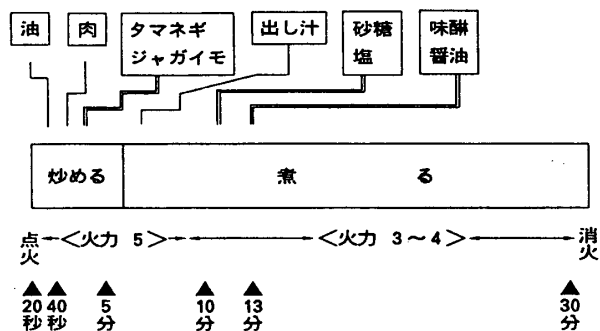
(1) 鍋の材質の試験

- 昇温性(水の沸騰時間)
水温24°Cに調整した1ℓの水の沸騰に要した時間を各鍋において30秒毎に温度測定装置で測定した。
- 保温性(湯の放冷時間)
沸騰した1ℓの湯の放冷時間を各鍋において30秒毎に60°Cになるまで温度測定装置で測定した。
- 鍋底の温度分布
鍋底の温度分布の測定を5秒間隔で電磁調理器の安全装置が動くまで測定した。電磁調理器は空焼きをすると鍋底の温度が高温になるため, 300°C位になると加熱防止装置が働き自動的に加熱を停止する。この実験には, 赤外線温度解析装置を使用した。温度測定は(測定原理上)放射率が低いと誤差が大きくなるので, 放射率ε=1未満のステンレス製であるO, V, Eについてはマフラー用のペンキを黒く塗布して行った。
- 絞り込み率
各鍋における最大火力(出力)と最小火力(出力)を測定し, 最大火力(出力)を最小火力(出力)で除して, 百分率で絞り込み率を求めた。

表2 肉じゃがの材料と分量

材 料	分 量
ジャガイモ(メークイン)	15gに調整したもの300g
牛バラ薄切り	150g
タマネギ	1cmのくし切り 100g
出し汁	(材料の60%) 330cc
砂糖	(材料の6%) 33g
味 醃	(材料の3%) 17cc
酒	(材料の5%) 28cc
醬 油	(材料の8%) 40cc

表3 肉じゃがの調理操作



切りを150g、玉葱1cm厚さのくし型に切ったもの100gを用い、出し汁および調味料は表2に示すとおり使用した。

- 2) 調理操作：表3に示すように繰り返し予備実験を行い、熱効率を考慮して加熱時間は30分を採用した。火力5（火力調整範囲1～8段階）で加熱して20秒後に油を加えて温まったら肉を炒め、次にタマネギ、ジャガイモの順で炒め、5分経過して出し汁を加え、砂糖、酒、醤油、味醂の順で調味し、沸騰後火力を3に落として加熱し30分で加熱を停止した。

1. 肉じゃがの加熱中の温度測定

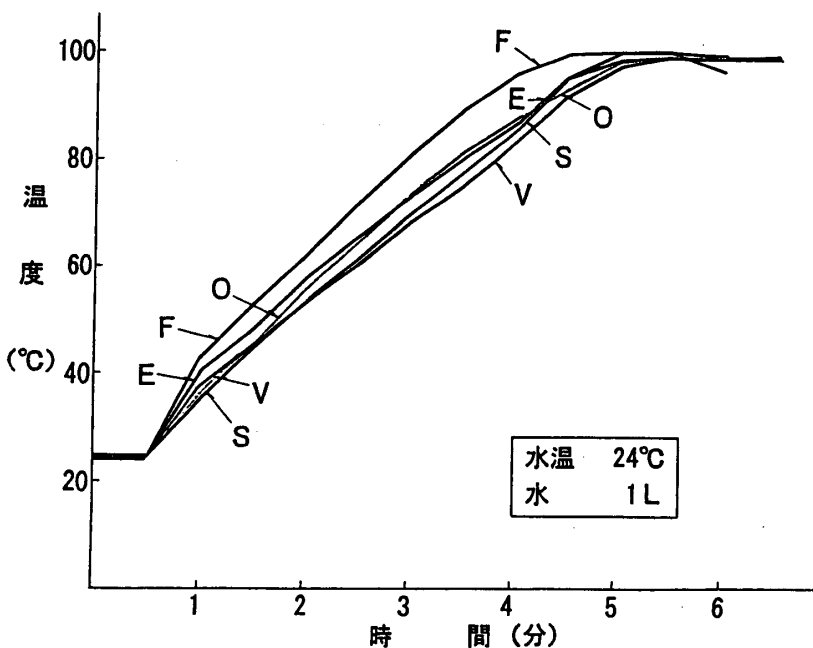


図2 水の沸騰に要した時間

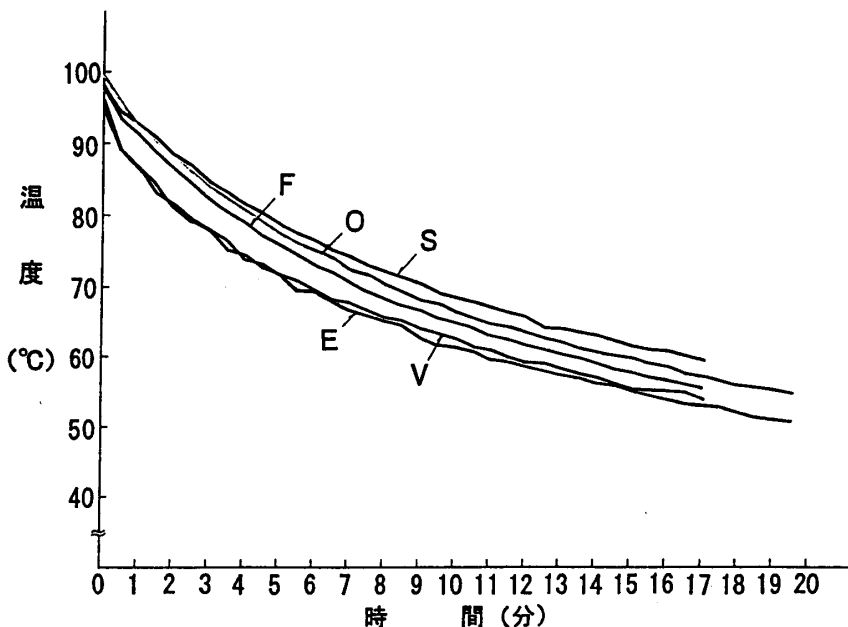


図3 湯の放冷時間

調理操作に従って加熱し、加熱中の温度変化をみた。加熱中蓋をすると測定できないので、アルミホイルの落とし蓋をし、直径1cmの穴をあけ温度計を挿入し測定した。調理中の火力は中火で出力0.90～0.45KWとした。

2. 調味液の浸透度の測定

加熱停止後、3分間経過してじゃがいもを切断し、調味液の浸透の程度を肉眼で観察した。

3. 肉じゃがのじゃがいもについての官能検査

官能検査は、九州電力総合研究所の社員および調理スタッフの計9名を検査員として、肉じゃがのじゃがいもを試料とし、色・光沢、形状、かたさ、味の浸透度、総合評価について、5段階評点法で実施した。試料の調整にあたっては、肉じゃがの出し汁を加えた後は、鍋蓋を使用した。

III. 結果

水の沸騰に要した時間は図2に示す。FとSは、4分15秒、E、O、Vの順に4分45秒、5分、5分15秒の順に沸騰までに時間を要した。

湯の放冷時間は図3に示す。60°Cになるまでの放冷に要した時間はSが17分、Oが15分30秒、Fが14分でV、Eの順に12分、11分30秒の時間を要した。

鍋底の温度分布について図4に表している。Oについては鍋底に均一な温度分布を示していたが、E、Fについては、温度分布にムラがみられた。

電磁調理器においては最大と最小の火力の幅が大きく、最大値と最小値より求めた絞り込み率を火力の調整範囲として表し、表4に示す。Vが18.5%で最も高いが、他は10～13%の範囲で低かった。

肉じゃがの加熱中の温度変化は図5に示す。煮汁中の温度は出し汁を加えた直後から測定したもので、出し汁を加えてSは6分で100.0°Cを越え、O、E、V、Fの煮汁中の温度は6分30秒を経過して90.0°Cを越え、98.0～99.8°Cの範

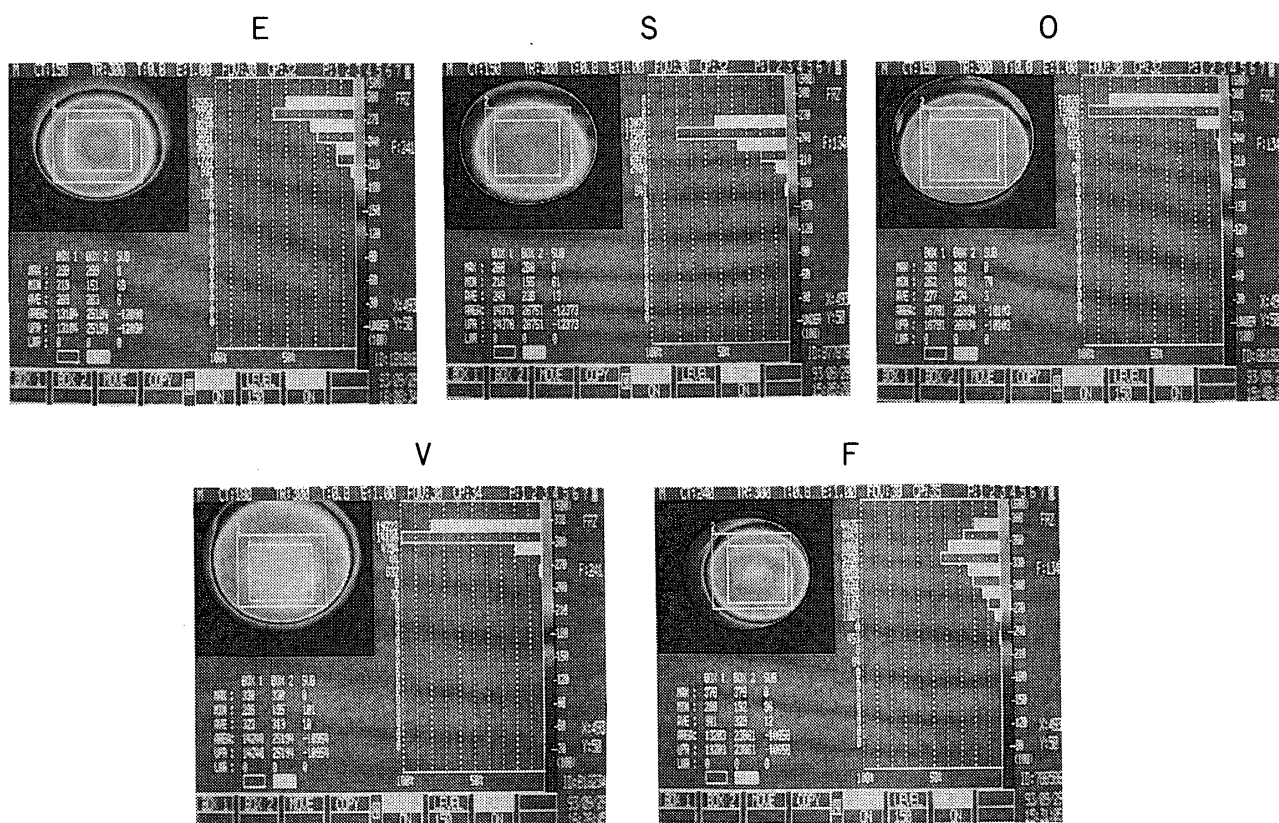


図4 鍋底の温度分布

表4 火力調整範囲

	E	S	O	V	F
最大 (KW)	2.08	2.34	2.10	1.78	2.25
最小 (KW)	0.27	0.29	0.27	0.33	0.24
絞り込み率(%)	13.0	12.4	12.9	18.5	10.7

囲で加熱を続け100°Cを越えることはなかった。

肉じゃがの調味液の浸透度をじゃがいもの着色の程度について肉眼で観察した結果、図6のようにE、S、V、Oの順で浸透していた。

調理操作の最初の段階で肉を炒めた時、E、Fでは、かなりの焦げが生じた。

官能検査の結果は図7に示す。色・光沢、形状では差が認められなかったが、味の浸透の程度については、E、Vが好まれる傾向にあった。かたさについては、O、E、Vが良好な傾向であるとされ、総合評価では、E、O、Vの順に好ましいと評価された。

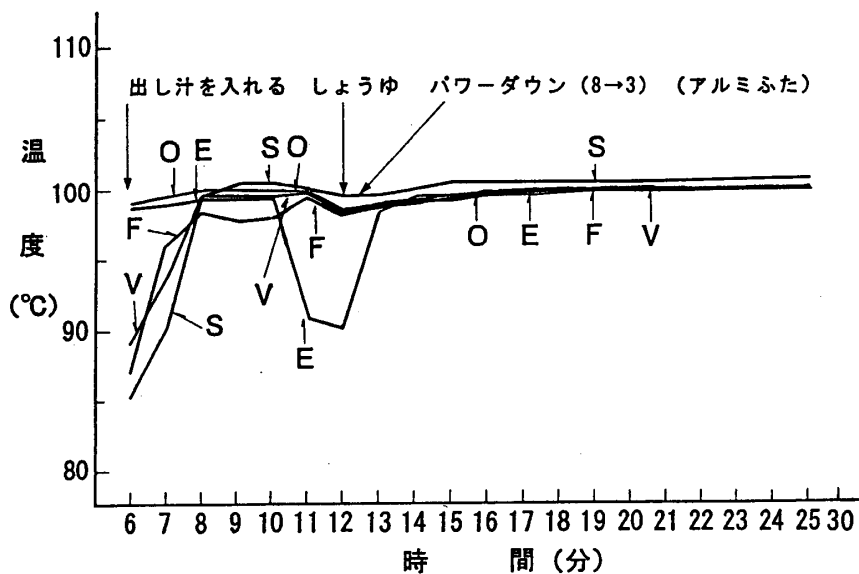


図5 肉じゃがの温度測定

IV. 考 察

電磁調理器の仕組みは、スイッチを入れるとセラミックスのトップ・プレートの下のコイルが磁界を生じ、プレート上の磁性体の鍋底は磁界によって磁化され、その中に磁力線を生じる。この磁力線が鍋底を通過する時、無数の渦巻き状の電流が起き、この渦電流が鍋のもつ抵抗によって鍋自体を発熱させて加熱調理するものであ

る⁸⁾。このように、電磁調理器で使用可能な鍋は、形は coils の直径に合う12~26cmの底のフラットなもので、材質は原則として磁石のつく鉄、鋳物、ホーロー、18クロムステンレスなどに限定され、鍋の品質によってその性能が大きく左右される。底が丸いものや足付きのもの、直径12cm未満のもの、また、アルミニウムや銅磁器、ガラスなどの磁性のないものは、使用できないとされている。⁸⁾

電磁調理器は、鍋自体が発熱して加熱されるので熱効率が高く、九州電力総合研究所の測定では、81.1%であった。

* 熱効率の計算式

$$\text{熱効率 (\%)} = \frac{MO \times CO + M1 \times C1}{Q} \times \frac{(T2 - T1)}{V} \times 100$$

MO: 水の質量 (kg) T1: 初期温度 (°C)
 CO: 水の比熱 T2: 最終温度 (°C)
 { 90°C = 4.2048 { 最終温度 = 90°C
 { 98°C = 4.2133 { 最終温度 = 98°C の
 2点で熱効率を
 算出している

M1: 容器 (鍋) の質量 (kg)
 C1: 容器 (鍋) の比熱 Q: 860Kcal/Kwh
 V: 実測の消費電気量 (Kwh)

火力調整範囲からも判るように最大と最小の幅が大きいため絞り込み率が小さく、火力調節範囲が大きいので、比較的弱火でする料理が適しているといえる。

官能検査は、鍋蓋をして煮込んだ試料で行なったので、E, Vの鍋でしたものについては、味の浸透の程度がよく、他の鍋のものよりやや良い評価を得た。このことは鍋蓋のウォーター・シール効果で圧力が加わり、味の浸透が良かったものと考えられる。

調理操作の最初の段階で肉を炒めた時、E, Fはかなり焦げが生じた。このことは、鍋底の温度分布にムラがあったことと一致していた。温度分布にムラが生じたE, Fの鍋の構造は、単層で鍋底の厚みが2.0~2.5mmとやや薄いものであった。これらは、立ち上がりは早い均等な熱の伝導に欠けるので、湯を沸かしたり、茹でものに適していると考えられる。

本研究では、煮物調理をとりあげ、材質の異なる鍋を用いて、電磁調理器に対する影響をみたが、このことだ

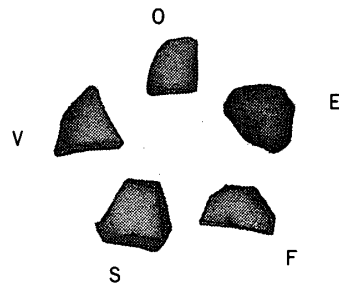


図6 ジャガイモの切断面

けでは、電磁調理器に合う鍋の優劣をつけることは困難である。しかし、本実験結果から、肉じゃがについてはS, O, Vのように、熱伝導のよい金属と保温性のよい金属を組合せた多層構造で、底がある程度厚い物がよいことがわかった。

200V電磁調理器は、高出力で消火忘れや火傷の注意を音声で知らせる装置などもつき、調理制御性に加え、安全性の点からも単身の高齢者や子どもにも安心して使用できるので、これからのニーズにあった加熱調理器だと思われる。

V・要約

本研究では、鍋の材質の試験と煮物調理における実験を行い、200V電磁調理器に適した鍋について検討した。本実験結果から、肉じゃがについては、熱伝導と保温性のよい金属を組合せた多層構造のある程度、底が厚い鍋が適していた。

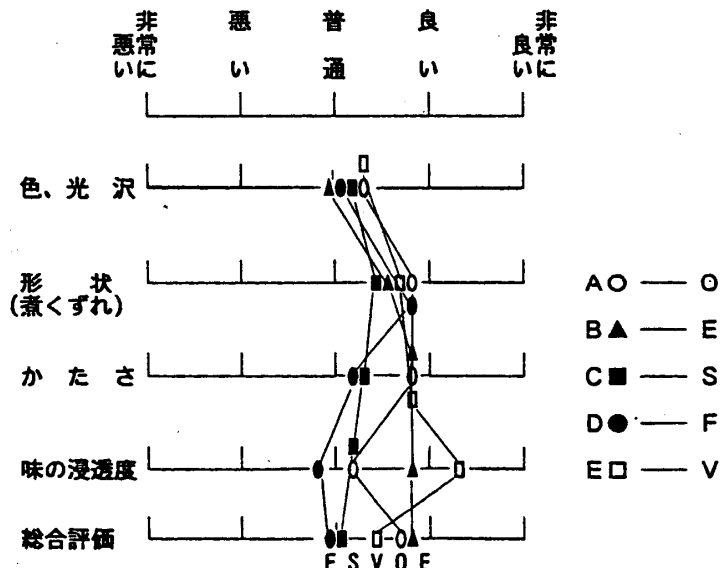


図7 肉じゃがの官能検査 (評点法)

今後さらに、煮物調理以外の調理操作においても、検討を加える必要があると考えた。

VI・謝 辞

本研究に対して適切なお助言をいただきました本大学 楠 喜久枝教授に感謝致します。

また、官能検査にご協力いただきました九州電力総合研究所および、オール電化体験ハウス・エック21福岡の皆様にご心よりお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 井口洋夫著 (1982) 金属の話, 培風館, 東京
- 2) 川端晶子監修 (1986) 調理科学実験, 地人書館, 東京

- 3) 下中邦彦編集 (1981) 世界大百科事典, 平凡社, 東京
- 4) 菅野晴夫著 (1993) 電磁調理器用の鍋の開発について, R&DNews Kansai No.309 9~11
- 5) 田中照也ほか著 (1988) アルミなべ加熱電磁調理器, 東芝レビュー, 43巻7号, 609~612
- 6) 堀野恒雄, 池本洋一編書 (1987) 新版家庭機械・電気, 建帛社, 東京
- 7) ポールG・ヒューエット著, 小出昭一郎監修 (1986) 電気と光, 共立出版, 東京
- 8) 渡辺多加子著 (1991) 電磁調理器, 保健の科学, 第33巻第8号, 555~559

最後に、この研究は、故江上一子教授との共同研究で始めたが、志半ばにして急逝されたので、故人の意志をくみながら本報告をまとめた。