

講 演

タンパク質の熱変性

— 加熱温度と豚肉のおいしさとの関係 —

秋田栄養短期大学 (主催)

移動公開講座 in 小坂町

11月13日 13:10-14:00

小坂町交流センターセパーム (共催)

准教授 坂本 寛

- ➡ 加熱による豚肉の嗜好性の変化を検証する。
- ➡ おいしさとは、
 - 物理的要因
 - 化学的要因
 - 生理的要因
 - 心理的要因
 - 環境的要因
- 加熱がおいしさの物理的要因にどのような変化をもたらすのか
- 通常、生肉は、軟らかいが、歯切れが悪く、噛み切りにくい。一部を除き嗜好性はない。

実験の目的

豚肉はなぜ加熱することで嗜好性が増すのかという疑問から、おいしさの物理的要因に焦点を当てて、以下の要領で実験を行う。

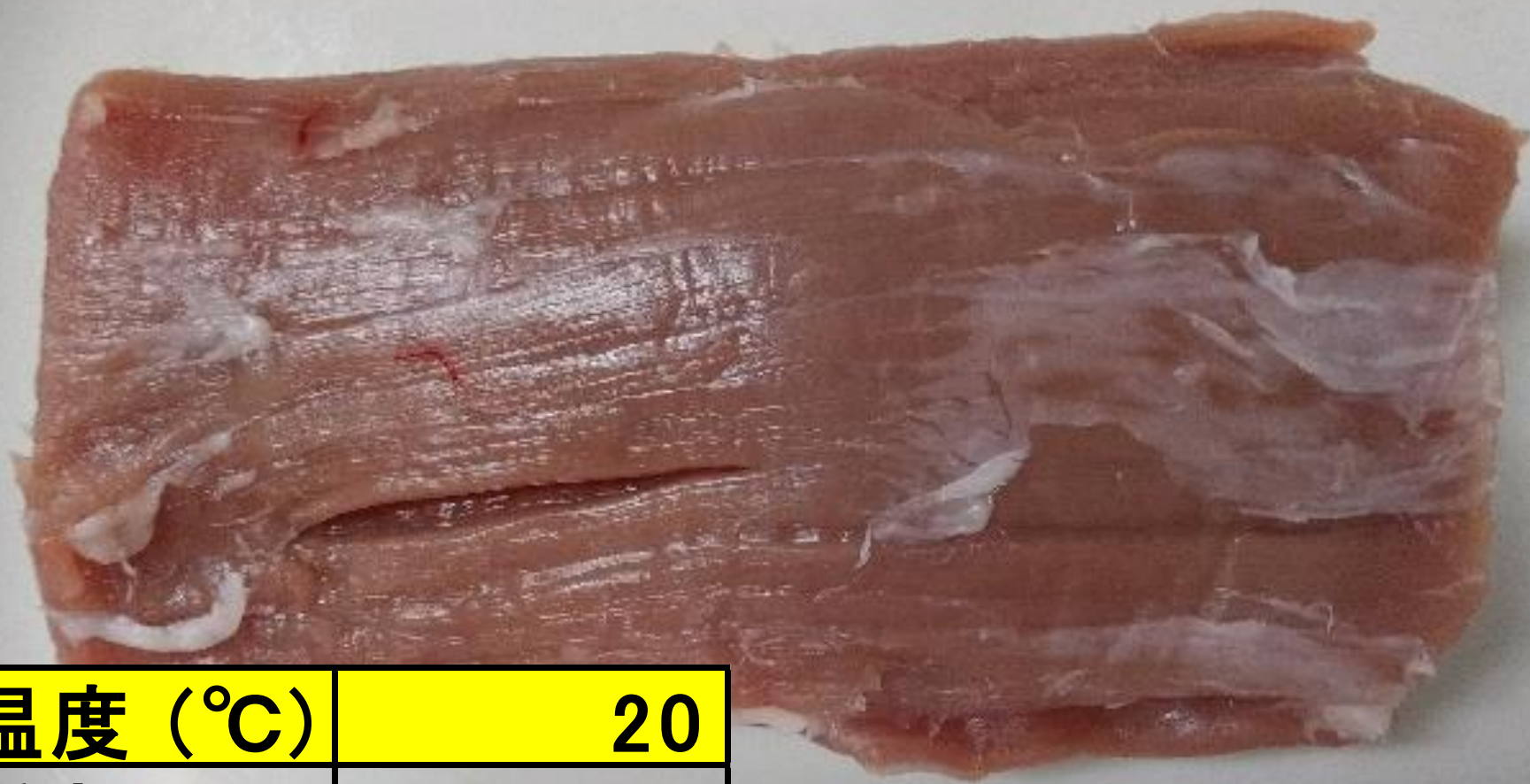
➡ 試料、器具：

- ・ 秋田県産豚ヒレ肉 150g：直方体に成形後使用
- ・ 電子レンジ：食材の温度設定ができるもの
- ・ ノギス：小数点以下2桁有効
- ・ 電子秤：小数点以下1桁有効

➡ 方法：

- ➡ 試料を室温20℃から、45℃、55℃、65℃、75℃、85℃、95℃、100℃（1時間加熱）に順次加熱し、重量、筋原線維方向の長さ、幅、厚さを計測し、その変化と、既知の筋肉の構造から、タンパク質の加熱変性の様子を観察する。豚肉の脂質の特徴をも考慮にいれ、加熱が豚肉の嗜好性にどう影響するか考察し結論にまとめる。

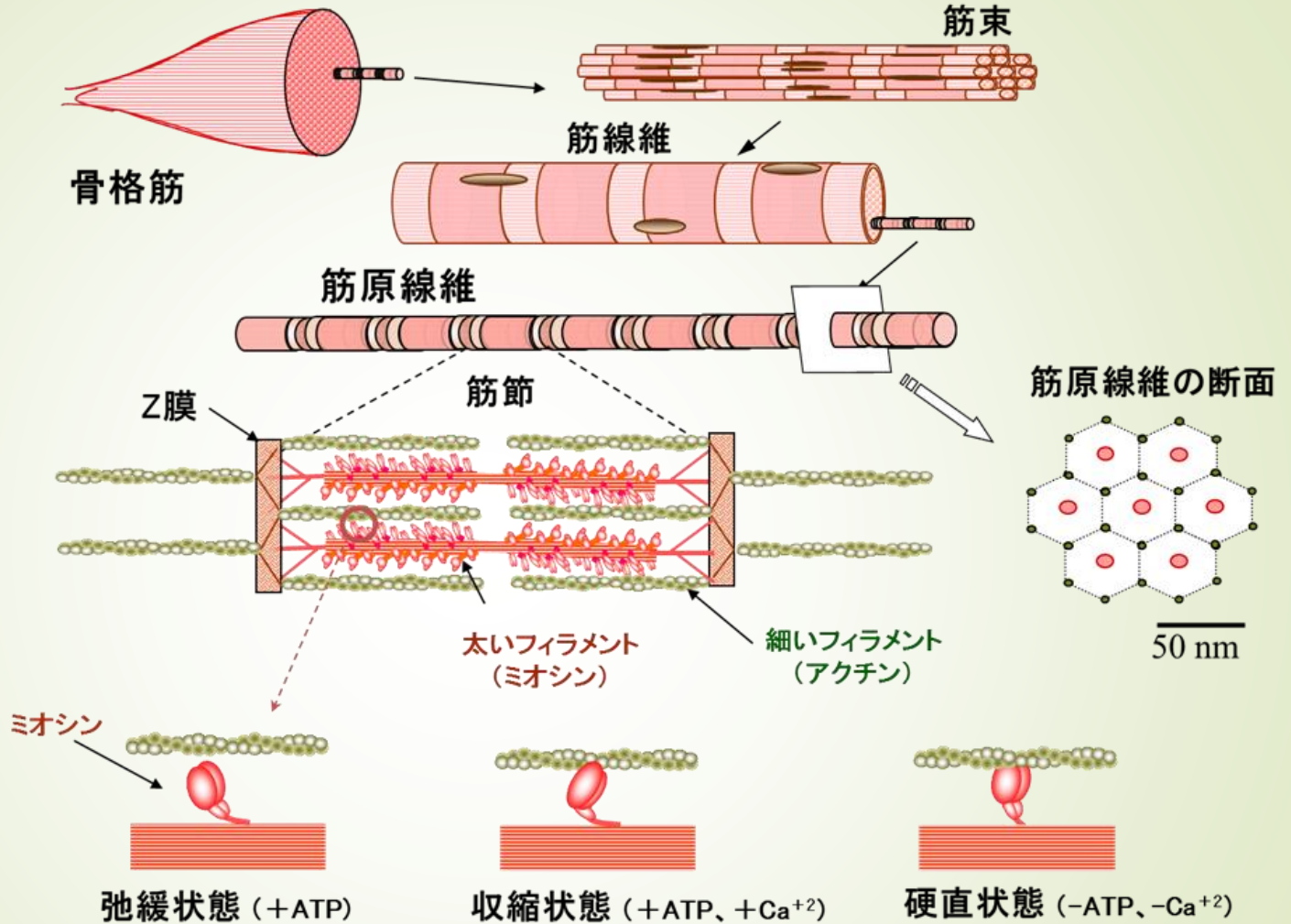
加熱実験の要領



温度 (°C)	20
重さ (g)	139.0
長さ (mm)	108.80
幅 (mm)	57.45
厚さ (mm)	21.85

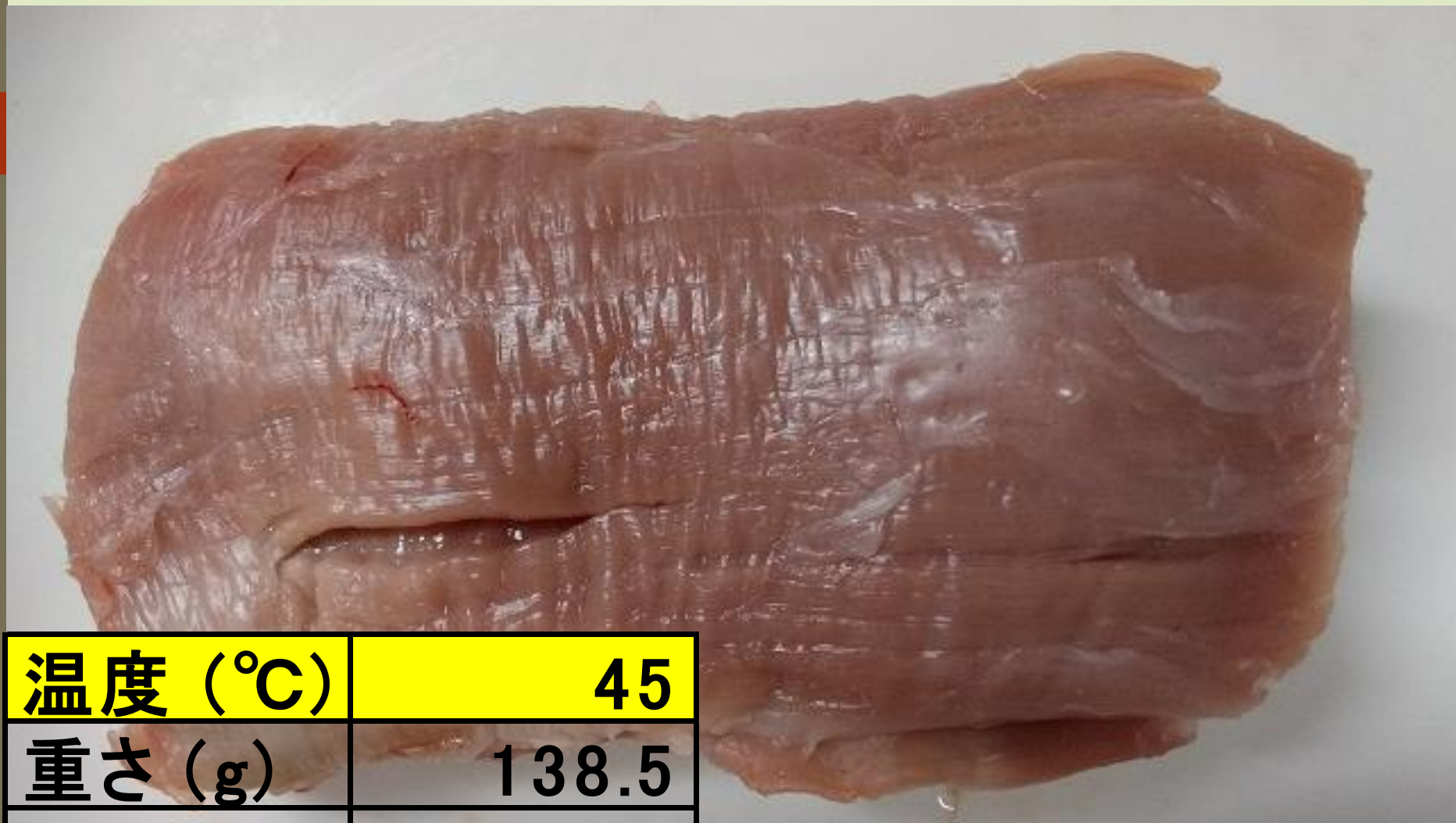
室温20°C

骨格筋の階層構造



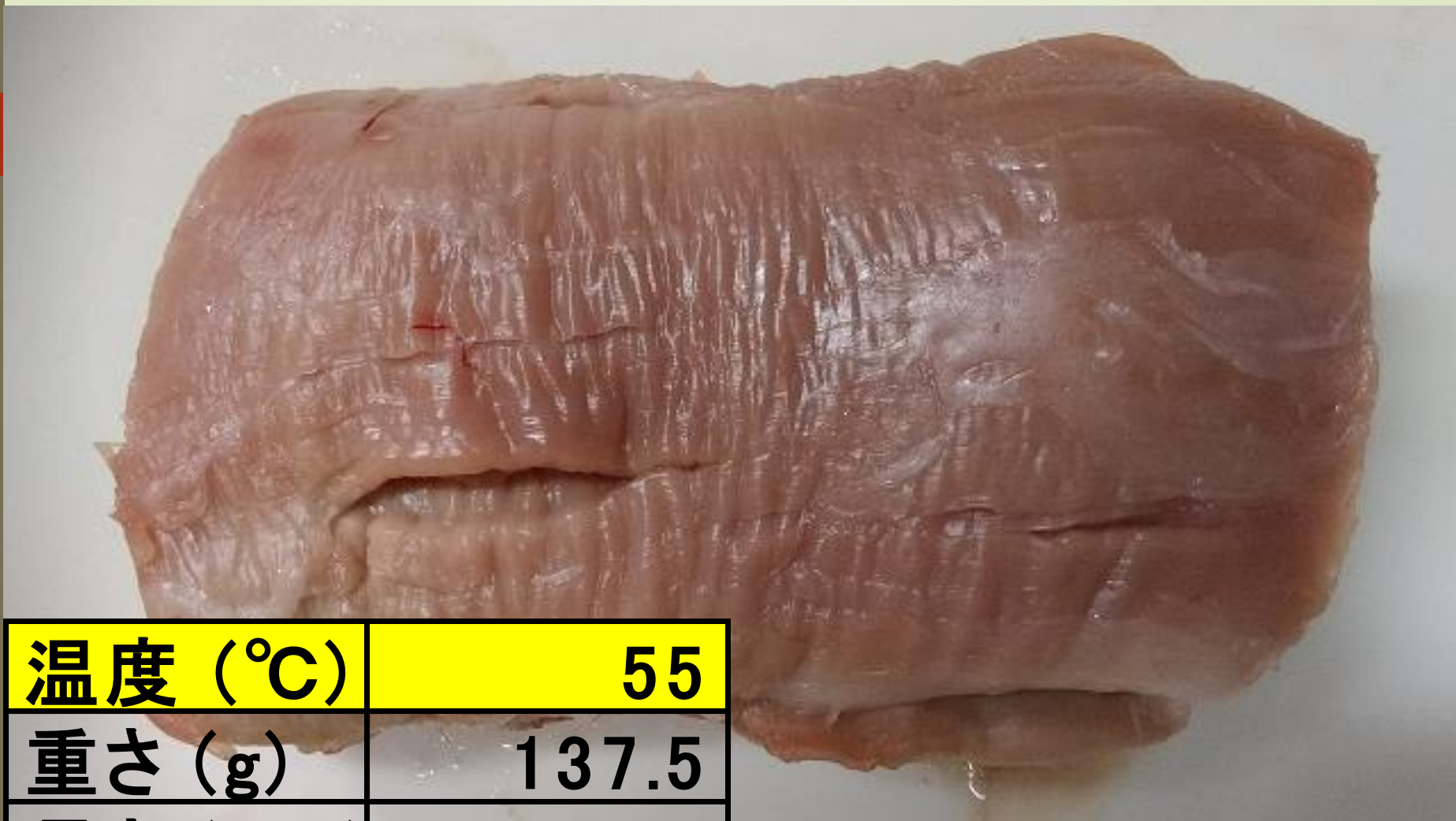
Source: <http://www.libervivulo.net/wp-content/> (2016.11.1)

筋肉の構造



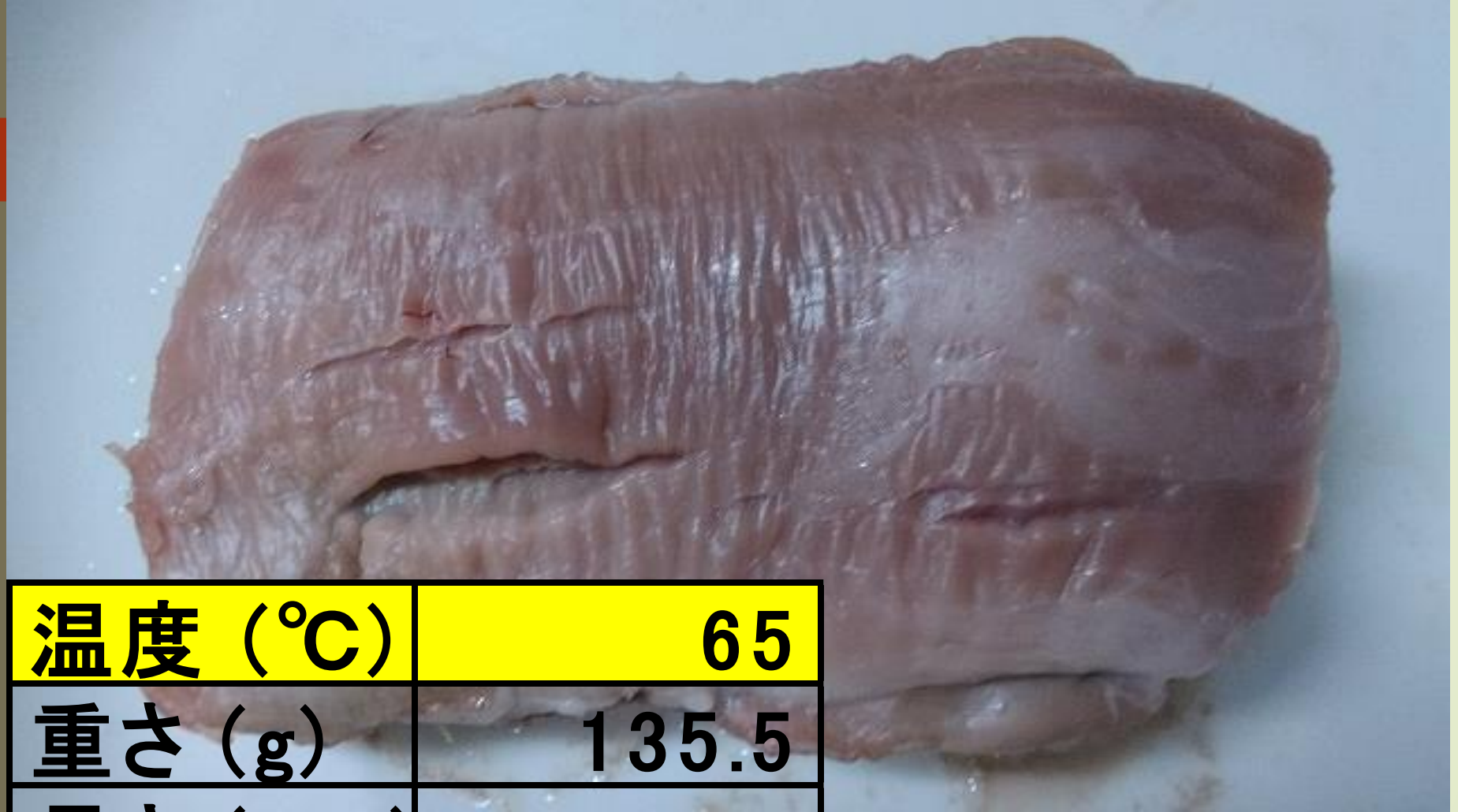
温度 (°C)	45
重さ (g)	138.5
長さ (mm)	106.60
幅 (mm)	60.30
厚さ (mm)	22.20

加熱温度45°C



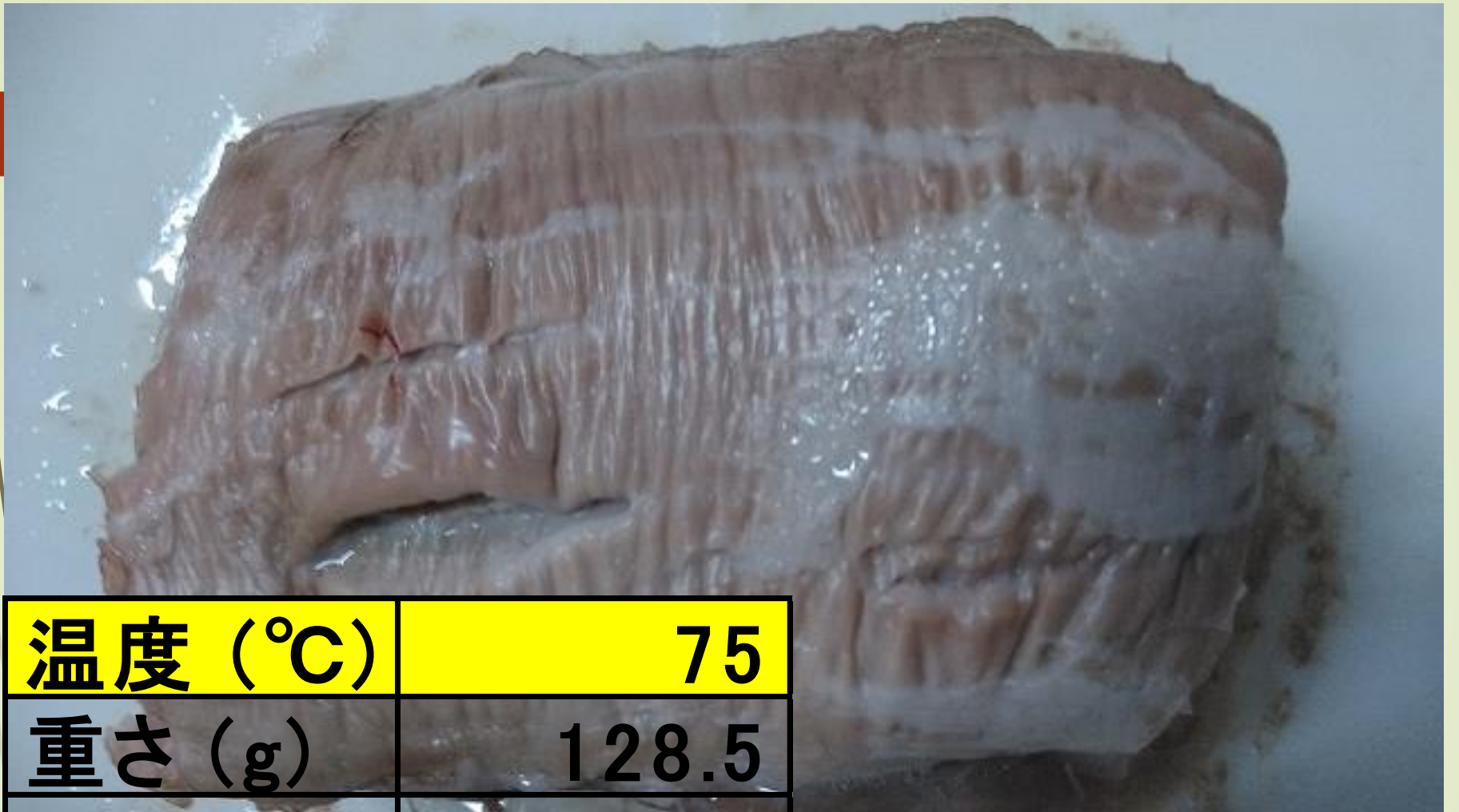
温度 (°C)	55
重さ (g)	137.5
長さ (mm)	101.35
幅 (mm)	60.75
厚さ (mm)	22.20

加熱温度55°C



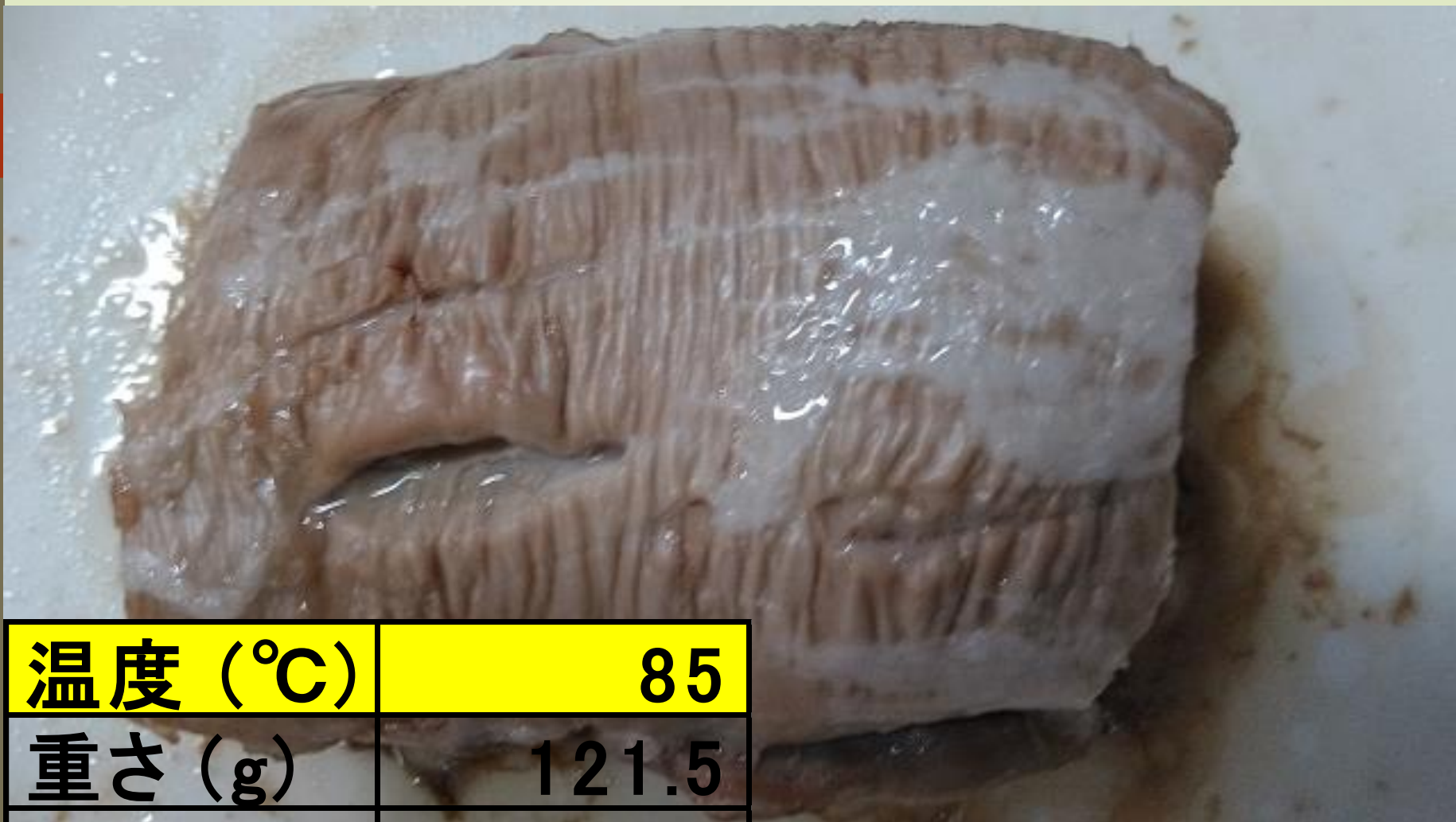
温度 (°C)	65
重さ (g)	135.5
長さ (mm)	98.75
幅 (mm)	59.45
厚さ (mm)	23.55

加熱温度65°C



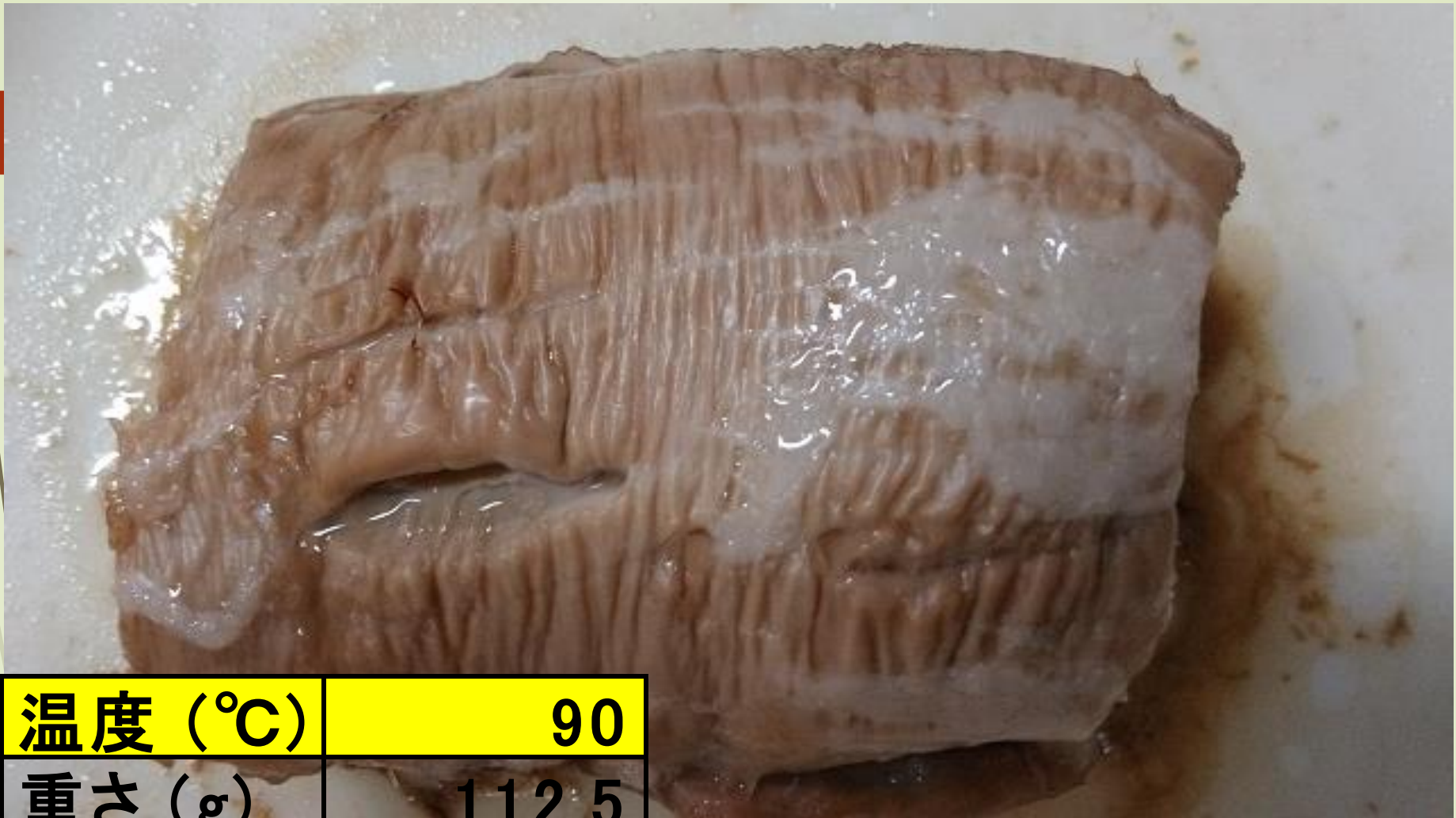
温度 (°C)	75
重さ (g)	128.5
長さ (mm)	83.05
幅 (mm)	61.40
厚さ (mm)	24.80

加熱温度75°C



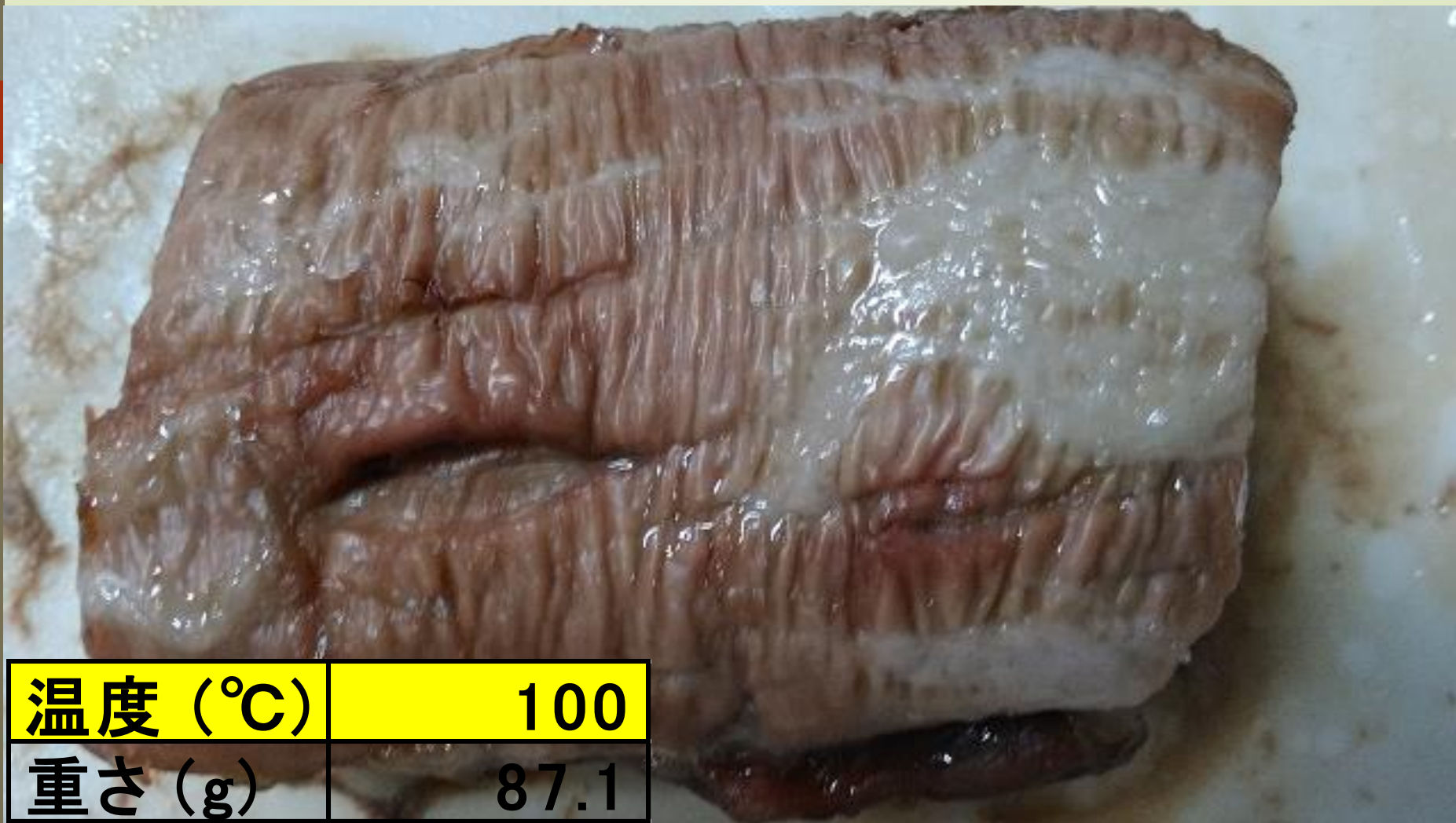
温度 (°C)	85
重さ (g)	121.5
長さ (mm)	75.60
幅 (mm)	62.45
厚さ (mm)	25.10

加熱温度85°C



温度 (°C)	90
重さ (g)	112.5
長さ (mm)	73.60
幅 (mm)	59.15
厚さ (mm)	27.10

加熱温度90°C



温度 (°C)	100
重さ (g)	87.1
長さ (mm)	70.60
幅 (mm)	55.60
厚さ (mm)	23.10

加熱温度100°Cで
1時間加熱



加熱温度100℃で1時間加熱後の断面

150.0 g

100.0

50.0

0.0

20

45

55

65

75

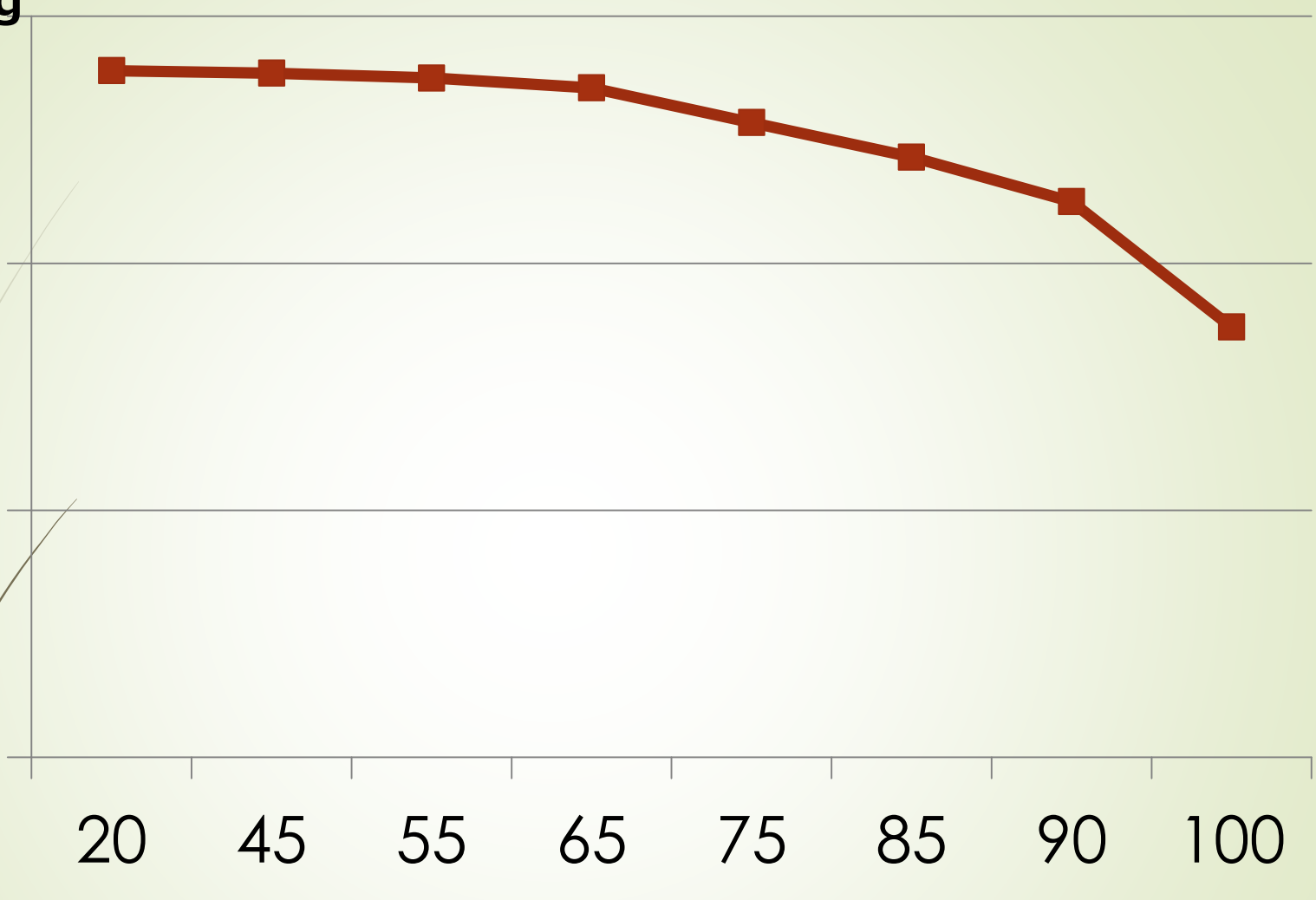
85

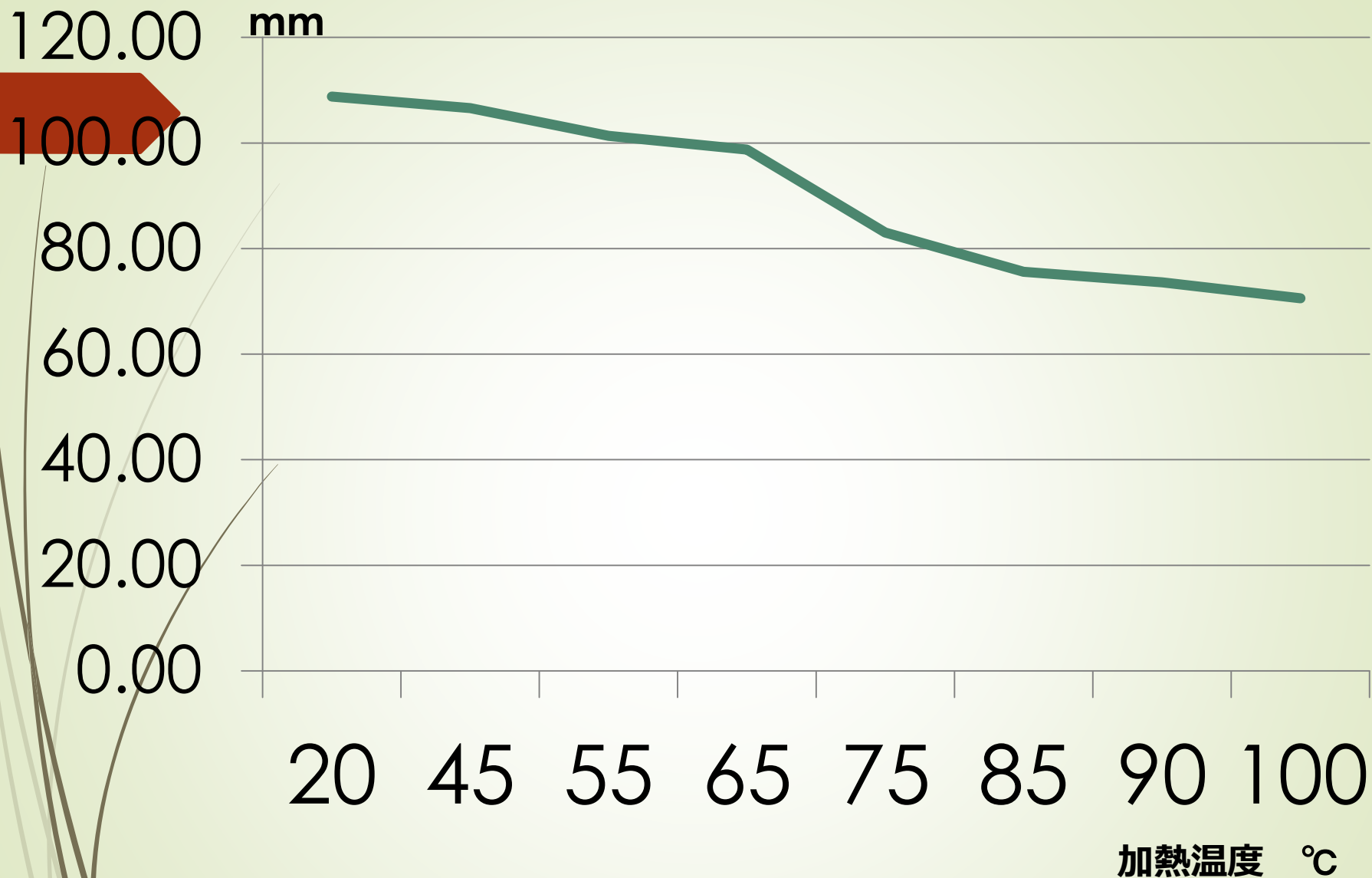
90

100

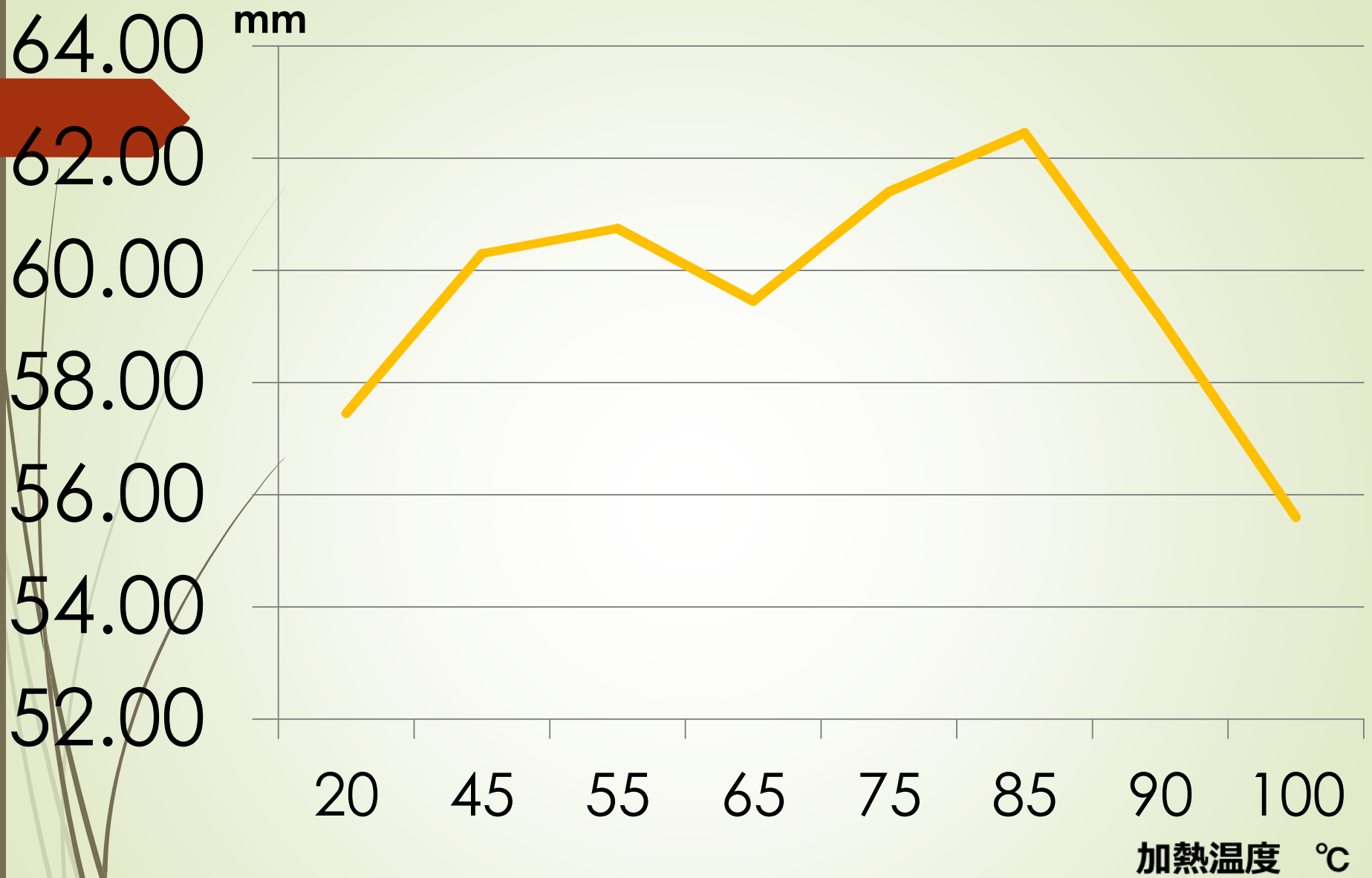
加熱温度 °C

加熱温度と重量の関係

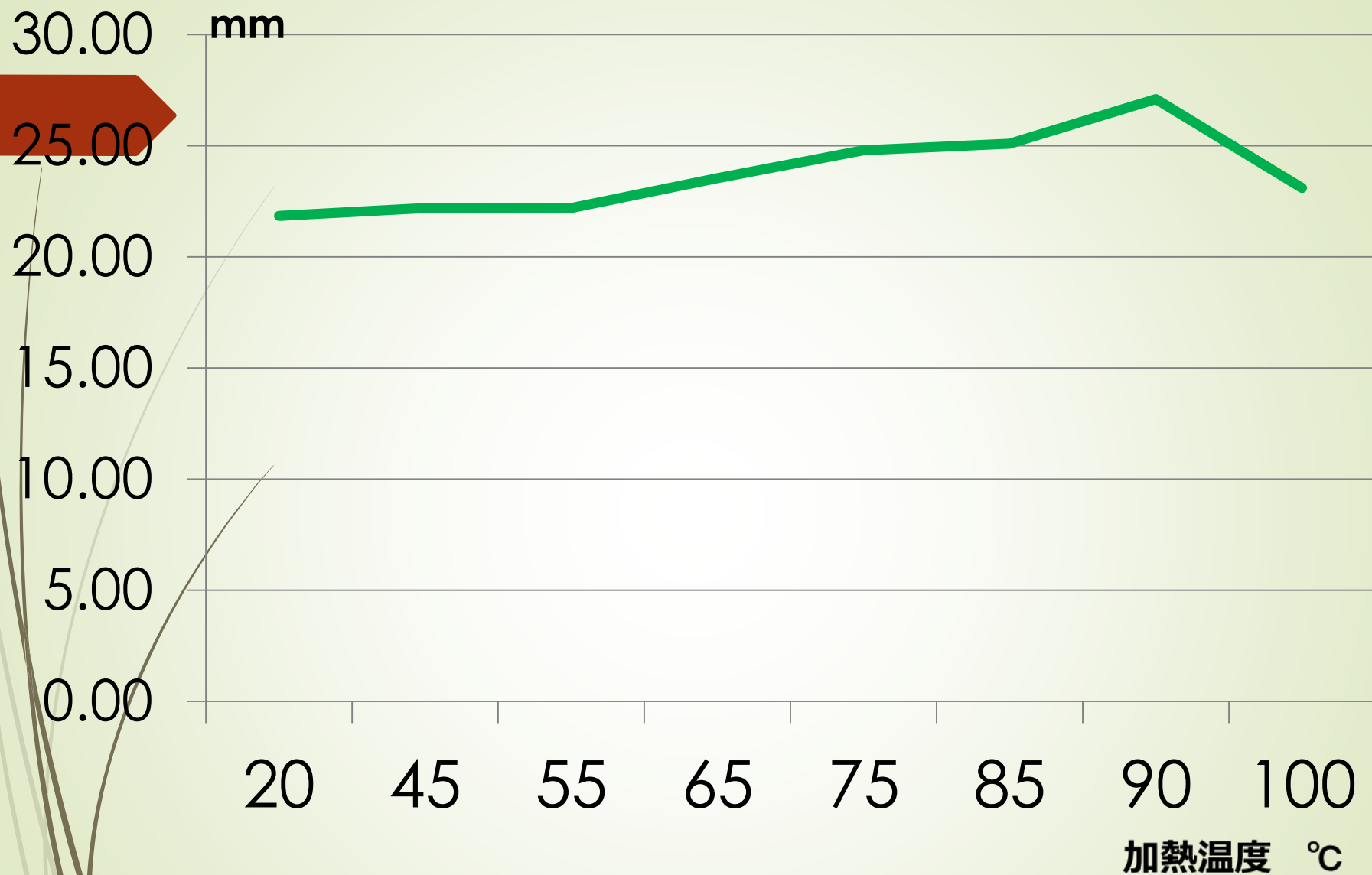




加熱温度と長さの関係



加熱温度と幅の関係



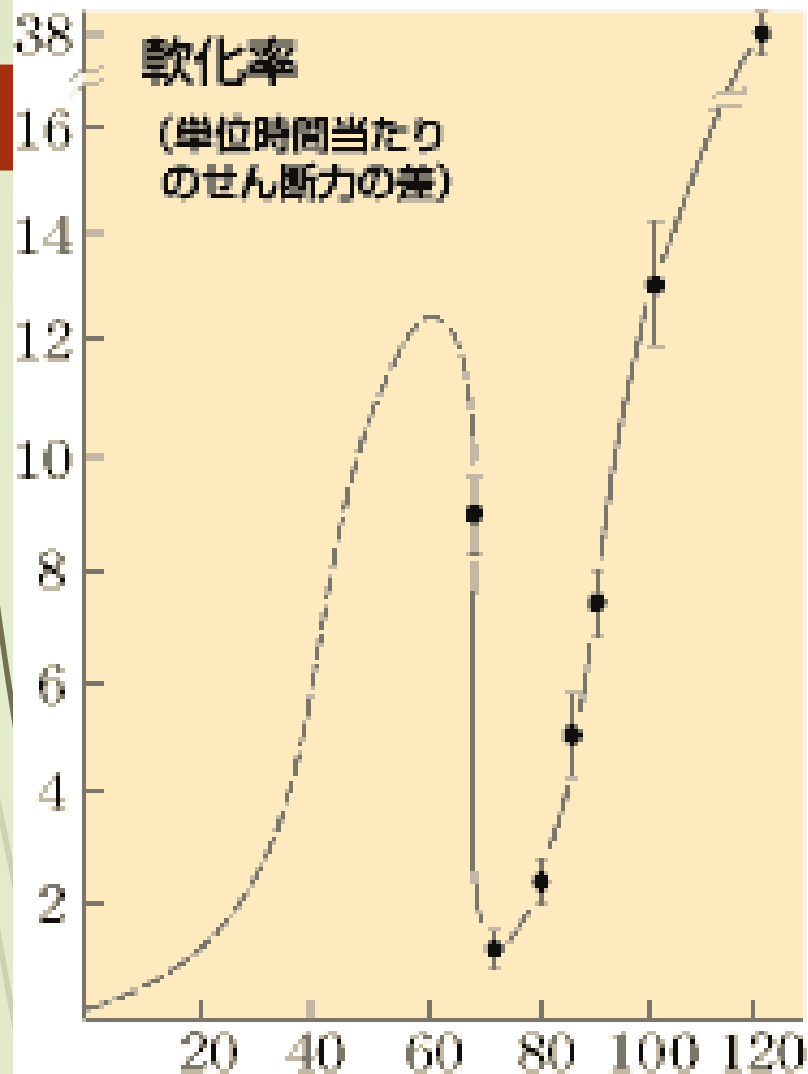
加熱温度と厚さの関係

- 
- ➡ 45—65℃では、豚肉の表面の水分が蒸発している。
 - ➡ 65℃以上では、豚肉が収縮することで豚肉の内部の肉汁が肉の外へ搾り出されている。
 - ➡ 100℃で60分間加熱すると肉汁も蒸発して豚肉のジューシーさが失われ肉が硬くなる。

重量の減少（観察結果）

- 
- ➡ 45℃で、筋原線維方向への収縮が見られるが65℃以上で顕著。95℃を越えると収縮を越え、硬化する。
 - ➡ 45℃以上で、厚さ方向での弛緩が認められるが、100℃においては、一転、収縮が見られる。
 - ➡ 幅においては、25—55℃においての弛緩が認められるも、65℃で一旦、収縮し、その後弛緩している。100℃で1時間加熱し、肉が乾燥した状態では、収縮に向かっている。

収縮と弛緩（観察結果）



Source: 沖谷明紘 (1996). 肉の科学. 朝倉書店

食肉には、肉基質タンパク質（コラーゲン）が、10-30%含まれているが、幅の観察結果における弛緩と収縮は、その温度帯において、コラーゲンの軟化率と同期が見られる。

コラーゲンの軟化率

- ➡ 豚肉の熱変性は、筋原線維タンパク質と肉基質タンパク質の主成分コラーゲンの変性が大きく関与していると見られる。
- ➡ 豚肉の硬さは、筋原線維タンパク質の変性凝固による硬化とコラーゲンの硬化の後の65℃以上高温時の軟化（ゼラチン化）の二つの要因に左右されていると考えられる。
- ➡ つまり、65℃以上では、豚肉が収縮硬化する一方で、コラーゲンが柔らかくなり肉汁が搾り出されているという一見相反する現象が観察されている。
- ➡ しかし、100℃で1時間加熱すると豚肉は硬化し肉汁は蒸発し、ジューシーさは失われてしまう。

加熱によるタンパク質の変化

- 10度以下
でも液体

魚油

- 28 – 48度で
溶け出す。

豚脂

口の中の温度
37度

- 40 – 56度で
溶け出す

牛脂

脂質と融点の関係

- 
- 豚肉特有の脂質に対し、ミオシンなどの塩溶性のタンパク質が、乳化剤の役割を果たすことは既知である。
 - つまり、低い融点で融解する豚肉の脂質は、例えば加熱後温度が下がったとしても、口中の温度によって再び融解しエマルションとなることで、豚肉の味をまろやかにしているといえる。

脂質とおいしさ

加熱による豚肉の嗜好性の変化を検証する。

1.タンパク質の熱変性による豚肉のテクスチャーの変化

65℃以上の加熱で豚肉が収縮し、肉汁が出てジューシーとなる。

65℃以上の過熱で豚肉が収縮し弾力性が増し、歯切れのよい食感となる。

65℃以上の加熱でコラーゲンのゼラチン化により豚肉が柔らかくなる。

しかし、100℃で1時間加熱（長時間加熱）すると、豚肉は硬化し、乾燥し、ジューシーではなくなる。

2.脂質が融点以上であれば、タンパク質を乳化剤としてエマルションとなり口当たりがまろやかになる。脂質の融点の低い豚肉は、口中温度で乳化させることが可能である。

結 論