１．　授業の説明等

1-1．授業の進行について

　各回，指示された質問に対して所定の回答用紙に記入してください．回答用紙の返却は，PDFをMoodle上で，原本を以後の授業の際に返却します．回答内容は，成績評価ではなく，授業の進め方に反映させます．授業についていけない時は，この回答用紙に記述するか，直接担当者の加藤に伝えてください．

　担当者加藤の居室は，理工2号館2階208号室です．その他の連絡先は1-2の資料のダウンロード元のページに記載されています．

1-2．資料

　授業の主要な資料は，下記URLからダウンロードできるようにします．検索ワードは「加藤義隆」です．

　http://machls.cc.oita-u.ac.jp/kenkyu/netu/kato/kato1.html

1-3．授業の趣旨

　この授業は，機械工学に携わる加藤が日常で活用するスキルを紹介しているだけで，機械工学の入門や紹介ではありません

1-4．担当者の研究紹介１（当日配布資料）

1-5．質問１

　この授業に出席した理由を率直に書いてください．

1-6．「塩ひとつまみ」について

　「塩ひとつまみ」がどの程度の量か忘れました．指1本分だか，指2本分だか，どちらかだったように思います．

1-7．質問２

　3.5合炊きの炊飯器で，海南鶏飯（ハイナンチーファン）を，鶏モモ肉500gとコメ２合で食塩相当量0.5％を目安に味付けをするとき，下記「味の素丸鶏がらスープ」をどれだけ入れますか？

味の素丸鶏がらスープの栄養成分表示（スープ１杯分（2.5g=小さじ１）あたり）：エネルギー：4.8kcal、たん白質：0.36g、脂質：0.05g、炭水化物：0.74g、食塩相当量 1.2g

1-8．質問３

　内容量400gのカットトマト1缶に，乾燥したマカロニと下記コンソメ固形キューブを入れて，食塩相当量1.0％，水分80％を目安に付け合せのマカロニを作るとき，カットトマト缶以外は何をどのくらい入れますか？ちなみに，ここでの想定として，マカロニは，塩水で茹でるのではなく，加熱したカットトマト缶とコンソメのスープの中で煮て，カットトマトとコンソメをマカロニに吸わせるものとします．

味の素ＫＫコンソメ　固形キューブ1個（5.3g）の標準栄養成分：エネルギー：12kcal、たん白質：0.38g、脂質：0.24g、炭水化物：2.2g、ナトリウム：990mg（食塩相当量：2.5g）

1-9．質問２と質問３のポイント

* 生理食塩水が，100cc当たり食塩が0.9gなので，味の目安になる．
* パーセントとか割合は，単位を揃えて比を求めるのが本来のあり方です．
* 醤油・塩・米などのかさ比重は，それほど大きく変わらない．市販のコメが店頭で販売されている状態で，「かさ比重」が約1.1くらいです．コメ単体の比重はかさ比重より大きい．
* 米は１合で180cc．水の量は約1割増し．普通に炊いたご飯はコメ1合で大体180の2倍の360g程度になる．この値が少々ずれても食べられる．
* 小さじが5cc，大さじが15cc，１カップが200cc，1合が180cc
* 塩分の取り過ぎは体に悪いが，厳密な値がある訳では無い．
* 味が濃い時と薄い時，それぞれ調整方法が異なる．薄味は，調味料を足せば補正できる．
* ドーナツ・お好み焼き・たこ焼き・ホワイトソース，小麦粉と液体の組み合わせで作られる食べ物ですが，その割合で雰囲気を類推できます．卵の有無とか温度の違いの影響は大きいのですが，参考になるような気がしませんか？

2-1．第1回の振り返り

○概ね資料に沿って授業の説明がされた．○研究紹介に絡めてアルバイトの募集がなされた．○質問1の回答が回答用紙に記述された．○割合の分子と分母を意識することが求められた．〇解答用紙の書き方として，後から見て分かる記述を心がけるよう求められた〇後から見て分かる記述とは別に，考えるときは図やメモも描きます

2-2修正．第1回分の解答用紙の感想とコメント

質問２と質問３の解答を一週間経って自分で読んだら気付くと思いますが，これが何を計算したのか分かる人は多分あまりいない．「むずかしいです。」というコメントもありましたが，計算式を書くなら，何を計算か説明をした方が考えも整理されます．模式図にすると下記のようになります．（所々，等号ではない）質問２の計算の概略は次の通りです．まず出来上がりの全体の質量を概算します．米2合が1-9のメモに従えば360×2の720gとなり，鶏肉と合わせて，合計1220gです．料理全体を約1200gとして0.5％は6gです．これが目標とする食塩相当量です．小さじ一杯の「味の素丸鶏がらスープ」が食塩相当量1.2gのナトリウムを含むので，6÷1.2=5となります．海南鶏飯はまだ質問に登場予定です．

食塩の割合（1%）

質問3はトマト缶に固形キューブを融かし，そのスープでマカロニを煮てスープを吸わせてしまうことを考えてた質問です．実行する場合は，スープの残りが少なくなって，沸騰する音がややおかしくなる程度で火を止め，放置すると残りのスープも吸われます．汁気が完全に無くなるまで加熱し続けると，焦げます．

2-3．質問4　「割合の分子と分母」「後から見て分かる記述」の練習

　卵3個でだし巻き風の味付けのオムレツを作ろうと思います．玉子焼きでも構いません．白だしが小さじ一杯だけありました．白だしの塩分は，100㏄当たり17gぐらいですが，覚えるのが面倒くさいので2割弱とします．醤油よりも，白だしはやや塩辛いです．足らない塩味は，AJINOMOTOの「ほんだし」で賄います．「ほんだし」は，小さじ山盛り1杯が4gで，1g当たりのナトリウムが食塩相当量で0.35gです．ちなみに，砂糖は多過ぎても少なすぎても食べられないことはないので気にしない．醤油１・砂糖１・みりん１・日本酒２でなんとなく和食っぽい甘辛い味付けになる．卵の重さはパックに目安が記載されているが，ここでは1個60gとします．

2-4．質問５　玉子とじの玉子が具にしっかりまとうには，どうしたら良いですか？具の周りで卵が固まる条件を考えてください．

2-5．質問６　中が半熟状態のオムレツ，中まで固いオムレツ，いずれも同じフライパンを用いると仮定して，それぞれの熱の加わり方の違いを考えてください．

2-6．質問７　底の分厚いフライパンと底の薄いフライパン，何が違ってくる？

　熱伝導（注2.2）と熱伝達（注2.3）には式(2-1)～(2-2)の関係が成り立つ．ここで*Q*は1秒当たりに通過する熱量で単位はWです．数式が嫌な人は，温度差が大きい程，伝わる面積が広い程，伝わる距離が短い程，物体の熱が伝わりやすい程，伝わる熱の量が多いと考えてください．

注2.2：物質内の熱の移動，注2.3：物体と物体の境での熱の移動

　　　熱伝導（物質内の熱の移動）： (2-1)

　　　熱伝達（物体と物体の境での熱の移動）： (2-2)

（熱通過方向に対する）断面積*A*，（熱通過方向に対する）厚さ*L*，熱伝導率λの円形の伝熱板

伝熱板上方の冷却空気の温度*T*l

伝熱板下方の動作流体の温度*T*h

伝熱板と冷却空気の間の熱伝達率αl

伝熱板と動作流体の間の熱伝達率α2

図2-1　加藤担当の2018年度の「機械工学概論」から持ってきた図

3-1．再度質問4の取り組んで頂きます．

4-1．前回の振り返り

　第3回の授業でも質問4が再度課された．解答の記述方法について，説明文を記述するように促された．また「確かめ算」の必要性が説かれた．

4-2．解答用紙へのコメント

　一つ一つの計算に対して，何を計算したのか説明が記述されていないと，後から見ると書いた本人でも何を計算したのか分からないはずです．また思考の整理としても，説明を記述した方が良いです．特に容易に暗算できるものは説明の記述を省き勝ちであるが，一時的なメモ出ない限りは，考え方の記録として省くべきではありません．

　単位や「卵1個当たりの重さ」の解釈ができる説明が必要です．単位だけでなく，各数値の意味を考えた時に，等式が成り立つことも確認しましょう．

　計算の進め方として，方程式を立てても，逐次「料理の重さ」「塩分の量」などと数値解を出す計算方法でも，構いません．技術系の計算であれば，変数を記号で表して，式を整理します．一般的な家事の過程では逐次数値解を出しながら計算する方法で構わないと思います．ただし期末試験を実施する授業の解答としては，思考の過程を記述することが望まれます．計算結果の数値に対して，確認の意味も含めて，単位をつけておく方が良い．

　計算結果として小さじ3/5は正しいのかもしれないが，実際には「そんな感じ」で顆粒だしをすくうしかできません．そもそも4gとしている「小さじ山一杯」が計量スプーンの形状でも一定しないので，怪しい．

　この手の問題が苦手な受講者は積極的に支援を求めてください．担当者がオリジナルで作題しているので，他の科目のように市販のテキスト等で学習することは困難だと思います．

5-1．前回の振り返りとコメント

　質問5において，下記の式を用いて，具が卵に対して十分に多く，具が十分に加熱された状態で，溶き卵を流しいれてかき混ぜれば具に玉子が絡む旨の結論を導きました．

記号の説明　*m*：重さ[kg], *C*:比熱[kJ/(kg･K)], *T*: 温度[K]

添え字 E：卵または玉子, V:　具

　この検討に際しても，数式の単位を考えました．

注：単位のK（ケルビン）は絶対温度と言って，高校の物理や化学で用いる温度の単位だが，温度差として扱う時は摂氏温度の℃と同様に用いて大丈夫．また，比熱は重さ1㎏あたりの物体の温度を1K(1℃)上昇させるのに必要なエネルギーの量．ここでは水の比熱を用い，大雑把に4.2kJ//(kg･K)とした．4.2は，cal（カロリー）とJ（ジュール）の換算係数でもある「熱の仕事当量」を二桁にした値で，1 cal = 4.2 Jです．

また質問6の解答が解答用紙に記入された．ネット上のオムレツの調理は卵をかき混ぜながら加熱していることが指摘された．なお上記の式や注の内容は，今後の授業でも関係があります．

5-2．質問6を考えるヒント

　「卵をかき混ぜずにフライパンで加熱するとどうなるか」「オムレツの形を作る時の卵の状態はどうなっているか」を考えてみましょう．

5-3．質問７に取り組みましょう

6-1．前回の振り返りと追加のコメント

　質問6と質問7が取り扱われた．

オムレツはフライパンの底に接しているところから加熱される．黙っていると底に近いところが固まり，上の方が生に近い状態になる．静かに上の方まで火が通る頃には，そこに近いところは加熱しすぎの状態になる．オムレツは上下を入れかえるように混ぜながら，全体の温度を上げていく．表面がトロトロのオムライスにしたければ，玉子は巻く必要が無い．形を整えた御飯の上に，底がやや固くて上面が程よくトロトロの玉子を載せれば，表面がトロトロのオムライスのようなものができる．オムレツは固まり切らないところで巻かないとオムレツの形にならない．中が「トロトロ」の状態を好むなら，速やかにオムレツの形ができたところで皿におろして，加熱をやめる．中まで固いオムレツを好むなら，形にした後，保温する．

質問７の「底の分厚いフライパンと底の薄いフライパン，何が違ってくる？」は，1)フライパンの加熱面の温度ムラの大小，２）食品を投入した時の温度変化の大小，が主な違い．なお底の厚いフライパンは，素材の違いが無ければ，大きい分だけフライパン自体の加熱に時間がかかり，熱源から食品に向かう方向の熱の伝わりも悪い．

なお，固体同士の接触は微視的に見ると，接触しているのは一部で隙間がある．そのため，隙間に油が介在しているか，気体が介在しているかで，温まり方は異なる．油馴染みの悪いフッ素樹脂でコーティングされたフライパンは，手入れが楽だが，鉄板焼き屋のような焦げ目はつけにくい．

6-2．質問８　400ccの水を1300Wの電気ケトルで20℃から100℃まで加熱すると，どのくらい時間がかかりますか．

なお水は，比熱が4.2kJ/(kg･K)，密度は概ね1.0×10-3kg/m3（注：大雑把に１Lで1kg）とする．この計算も，単位を合わせるのが不可欠です．容積の単位は，１Lは10cm×10cm×10cm，ccは立方センチメートルで，1 m3は1m×1m×1mです．また熱量の単位Jはジュールと読みます．小文字のkはキロ，1000という意味です．大文字のKは温度の単位で読み方は「ケルビン」です．一般になじみのない温度ですが，高校の物理や化学で当たり前のように利用する温度です．単位がKの温度は，273.15差し引くと摂氏温度になります．そのため温度差で扱う時は摂氏温度の℃と同じように考えて頂いて構いません．1kcalが約4.2kJです．高校の物理では「熱の仕事当量」などの呼び方で出てきます．この熱量を1秒当たりの単位にしたのがWで，読み方はワットです．（パワーや出力の単位なので，授業と関係ありませんが馬力に換算可能で，75×9.8Wが大体1馬力です．）

6-3．質問９　100℃のお湯400ccに20℃の水100ccを加えると，何℃になりますか？

7-1．前回の振り返りとコメント

　質問８が取り組まれた．下記の図の式に相当する式が紹介された．ここでは*P*が加熱する機器の出力，*t*が加熱時間，*m*が水の重さ，*C*が比熱，*T*1が加熱前の温度，*T*2が加熱後の温度である．

　内容は義務教育でも取り扱う内容だが，単位を合わせていく必要がある旨の注意がなされた．単位「W」で表される出力は，は単位「J」で表される仕事や熱を1秒当たりに表したものである．水の重さは，400ccという水の量について情報が与えられており，ccの単位を立方メートルに直し，また密度を用いて体積から重さを求める作業があった．比熱*C*は，資料に記載の数値をそのまま代入すると桁が3つおかしくなる．解答例はまだ出してません．

　この計算を取り組む意図として，今後のIHクッキングヒーターとガスコンロの比較や電気代とガス代の比較の準備である旨の説明がなされた．

機器の出力[W]

J

秒

秒

kg

kg

J

K

K

1

1

1

未知数[秒]

温度差[K]\*

1300 W

\*: 温度差は単位Kでも℃でも一緒

式

変数の意味

単位の確認（こんな風に約分の計算をするものでない）

どちらもJにする

計算式に代入する数値．まぁ一発では出ないこともある．

*t*？

(100℃ - 20℃)

4.2で良い？

ダメ，単位合わない．4.2×1000 J/(kg･K)にする

(400cc)

1ｍ3

100cm×100㎝×100㎝

1ｍ3

1000kg

水の量

体積の単位の変換

水の密度

7-2．質問９に取り組みつつ，これまでの授業で難しいと感じたことなどを書き出してください．授業中の雰囲気として，ヒントや解説が出るまで受講者が待っているような雰囲気を感じますが，各自何が自分にとって難しいのか解答用紙に記述してください．

7-3．質問10　以下の据え付け型のガスコンロと据え付け型のIHクッキングヒーターの火力を比べてください．なお効率はガスコンロが50%強，IHが約9割などと言う話は今回無視してください．

【13A】高火力コンロ4.20（3610kcal/h）、標準コンロ2.97（2550kcal/h）、グリル1.83（1575kcal/h）、全点火時8.14（7000kcal/h）

IHヒーター]左/2500W、右/2500W、[グリル(シーズヒーター)]上/800W、下/1100W，火力調節: 9段階、100W相当(900W間欠動作)～2500W， 電源: 単相200V(50/60Hz共用)， 消費電力: 4000W

8-1．前回の振り返りとコメント

　質問９について再度取り組んだ．紙とペンを使って計算できる場合は，記号のまま式を整理して，最後に数値を代入する方が間違いを修正し易い旨の説明がなされた．また質問10が取り組まれた．

8-2．　質問9に関連して，受講者から回答用紙を通じてコメントがなされました．受講者のコメントは，使用する式が提示されないと考え始めることが難しいということでした．自然科学の取り扱いでは，知識の獲得と定着や，式を作ることの習熟など，不可欠です．この授業においては，以前の資料を振り返るなどもしてください．

質問8の解答例は以下です．

-----------------------------------------------

熱エネルギ　1300W

水　400cc㎏

比熱4.2kJ/(kg･K)

20℃→100℃

電気ポットの出力を*P*W，水に与える熱量*Q*1は所要時間を*t*秒として式(1)で表される．

(1)

ここで水の重さを求める．400ccが400cm3であり，1 m3が100cm×100cm×100cm，水の密度が1000kg/ m3であることから，水400ccは0.4kgとなる．この水0.4kgを20℃から100℃まで加熱する熱エネルギー*Q*2は，比熱を4.2 kJ/(kg･K)とすると，式(2)で表される．

(2)

ここで*Q*1＝*Q*2なので式(1)(2)を時間*ｔ*について整理し，*P*に1300を代入すると式(3)が得られる．

(3)

以上より，1300Wで水400ccを20℃から100℃まで加熱する所要時間は103秒である．

-----------------------------------------------

以上が質問9の解答例です．**解答例のポイントの一つ目はミスの防止や修正を容易にするために充分な説明をすることです．**式についてひとつひとつ説明がされます．ここでは図も補助的に用いられています．この説明ができないなら，考え方が誤っている可能性があります．また誤りがあったときに原因を特定し易くなります．おそらく一般的な理科や数学の回答の記述方法として多い説明の仕方です．前回の資料で描いた説明とは異なり，ある程度考える道筋が見えてから書くので，試行錯誤や着想を得るための記述ではありません．

**解答例のポイントの二つ目は式を整理してから数値を代入することです．**計算ミスの防止，四捨五入の繰り返しの防止，ミスの発見を容易にするなどの利点がある．ちなみにこういった計算の進め方は，紙とペンを使って，考え方を整理したり確認したりするときの方法である．暗算するときや概算するときなどは，臨機応変に対応します．

8-3．質問9の解答例１

質問9の解答例１は以下です．

----------------------------------

100℃のお湯400ccと20℃の水100ccを混ぜると，500ccの水ができる．その熱エネルギーは混ぜる前後で変わらないとすると，比熱を*C*，混ぜた後のお湯を*T*℃として式(1)が成り立つ．

　　　0.4*C*(100) + 0.1C(20) = 0.5*C*(*T*) (1)

式(1)より*T*=84が得られる．よって以上から，100℃のお湯400ccと20℃の水100ccを増せると，84℃になる．

----------------------------------

以上が質問9の解答例1です．また以下が質問9の解答例２です．

----------------------------------

100℃のお湯400ccと20℃の水100ccを混ぜると，*T* ℃なるとして，100℃のお湯400ccが*T*℃になる時に失う熱エネルギーと20℃の水100ccがT℃になる時に得る熱エネルギーが等しいとすると，式(1)が成り立つ．なお*C*は比熱である．

　　　0.4*C*(100 - *T*) = 0.1*C*(*T* - 20) (1)

式(1)より*T*=84が得られる．よって以上から，100℃のお湯400ccと20℃の水100ccを増せると，84℃になる．

----------------------------------

以上が質問9の解答例2です．**解答例のポイントの3つ目は式に代入する数値は単位を「kg」「m」「秒」「K（ケルビン）」合わせるのが基本です．**質問9の解答例１と解答例２では単位を合わせる説明を省きました．温度は温度差にするとKでも℃でも一緒です．しかし，質問９の解答例１は摂氏温度のまま代入して，しかも温度差になっていません．これは説明を省いていますが，摂氏0度（0℃）からそれぞれ20℃，*T*℃，100℃までの温度差を扱っていると考えています．

　質問9の解答例1は説明を省けるだけ省いた解答で，これ以上省くと，試験ではNGです．

8-4．質問10に関連して

質問10ではガスコンロとIHクッキングヒーターの出力の比較を行いました．計算内容としては，W（読み方はワット）とkcal/hの単位の換算ですが，解答用紙を見る限り特に誤りは無いように思います．計算が最後まで終わっていない方もいますが，記述されていた範囲では誤りはありません．

　ガスコンロは換気扇を回さないと一酸化炭素中毒になるリスクがあり，また火炎を発生させているので着衣着火や火災のリスクがある．一方，IHクッキングヒーターは電力としては消費する電力が大きいので，電気の契約にもよるが，加熱する能力を高くするとブレーカーが落ちやすくなるなどのジレンマがある．ちなみに一般家庭の100Vのコンセントは一か所（二口ついていても1か所）から1500W（15A）までしか普通は取れないので，2口でも後付けのものは1500W以下になる．それ以上だと電源の工事が必要なはずです．

IHヒーターは火力でガスに劣りますが，冬の寒いときに換気をしなくても一酸化炭素中毒の心配がないことや，とろ火で鍋を加熱するときにバスタオル等で保温しても火事にならない，揚げ物をしている鍋に紙でフタをすると油はねが少なく済む，などの利点は多い．なお小豆を炊いてぜんざいを作る時などにバスタオルで鍋を包んでいると，ガスと違ってほとんどアクが出ない．おそらく鍋の中の温度差が小さくなることがアクが出にくい要因だと思われる．

コンロではなく給湯器の場合は，ガスと電気ではパワーが桁違いです．ガス給湯器を使うと湯を貯める必要がなく，お湯が欲しいときにすぐ出せる長所があります．

なお都市ガスとプロパンガスを混同してはいけないのですが，都市ガスは都市ガスで種類がまた分かれます．大分市でも，2000年以降に5Aから13Aに変わりました．それぞれに適合したガス器具を用いなければ危険です．

8-5．質問11　1円当たりのエネルギーの量を比較してみましょう．LPガス（高位発熱量約24000kcal/Nm3, 低位発熱量約22000kcal/Nm3）だと11.6m3で5440円でした．電気は231kWhで6695円でした．

ちなみに普通にガスコンロで使うときに発生させられる発熱量は低位発熱量です．高位発熱量は，燃焼排ガス中の水分が全部水分になったと仮定したときに発生させる熱量で，エコジョーズの商品名で売られている湯沸かし器などを使わないと無理．それからガスの量はm3で表されるが，何℃の時の値に換算しているかで異なる．Nm3は1気圧0℃換算．25℃換算の場合は，0℃換算より1割ほど量が少ない．

8-6．質問12　基礎代謝1600kcal/dayの成人男性が締め切った6畳間にいると，1時間にどのくらい温度上昇するか概算してください．1畳は尺モジュールで0.9m×1.8mと仮定し，天井までの高さは2.3mとします．空気の比熱は1.0 kJ/(kg･K)とします．空気の密度は，0℃１気圧で約1.275㎏/m3ですが，ここでは1.2kg/m3とし，空気の温度変化だけ考えます．部屋の内外の熱のやりとりや，壁や室内にある物の温度変化，汗などの水分の蒸発などを無視しします．

8-7．質問13　上の質問12と同じ部屋の中で，年間消費電力量259kWh/年の冷蔵庫が「平均的」に動作していると仮定して，1時間当たりの温度上昇がどの程度増加するか，計算してください．

8-8．質問14　上述の質問12・13の条件で同じ室内で，エアコンの冷房を利用して温度を保つ場合，冷蔵庫と人が発する温度上昇を抑えるためにエアコンが消費する電力は平均何ワット必要ですか．エアコンの成績係数（COP: Coefficient of Performance）は4.5と仮定します．

9-1．前回の振り返り

　授業の冒頭で，資料に沿って，解答の記述方法について話があった．資料に沿った話の後，質問11に取り組んだ．

　質問11の計算結果は~~ガス~~電気が124 kJ/円，ガスが197 kJ/円となります．1円当たりのエネルギーの量はガスの方が多いので，加熱器具等を利用する場合，ガスの方が割安であると言える．ただしオール電化はガスの基本料金が不要で，火災保険の料金も異なる上に，初期費用としてガス管を備える必要が無い利点もあります．

　授業中にも発言があったように，質問11のような単位の換算は，第7回の資料の図のように単位から考えます．

9-2．質問12と質問13に取り組みましょう．1時間の間に人や冷蔵庫が発するエネルギーと室温の上昇に要するエネルギーの量が同じになることを数式で表して解きます．自然科学の計算では，物質の量，主に質量やエネルギーの量の収支が根拠になることが多いので，悩む際の参考にしてください．

10-1．前回の振り返りとコメント

　質問12と質問13が取り組まれた．質問12では一部の受講者に戸惑いが見られたが，以前の授業の配布物を見返すことで解答ができている様子が見られた．質問13も続いて取り組まれた．

　質問13は受講者全体で2種類の計算結果が出ました．おかしい方の計算結果は単位の「kWh」の解釈が原因だと思われます．

　人の発する熱で1時間に6畳間の空気を温めると約10度の温度上昇がある旨の計算結果が出たが，実際にはこれほどの温度上昇はありません．この問題で考慮しなかった主なものとして，壁・床・天井等や家具の温度上昇に要するエネルギー，室外との熱の授受，汗などの水分の蒸発が挙げられます．また人間の体温を超えて室温を上昇させるには，人間の体温以上の熱源が別途必要になり，人間による発熱で温度が上昇しているとは言い難い状況になります．

　ともあれ，夏の夜の就寝中に冷房をタイマーで切ると締め切った室内が人の発する熱で温まることが分かるかと思います．

窓を開けただけでは外の涼しい空気が室内に取り込めない場合が多いのですが，網戸にファンを押し付けられるような形状の扇風機を用いると，外の空気が取り込めます．その場合は，空気の出口と扇風機の間に，涼しさを与えたい対象物を配置するのが効果的で，扇風機の周囲から風が外に出てしまわないように覆いをしておくことがお勧めです．

10-2．質問13を再計算してください．考え方を他人に説明できるように，解答を作成してください．解答は受講者同士で交換してもらう予定です．

10-3．質問14に取り組んでください．

一般的な冷蔵庫や冷房の原理を説明しておきます．「冷やす」部分はコールドスプレーの類とほぼ一緒です．液体が蒸発する時の状態変化（注）は，エネルギーが必要です．この蒸発による状態の変化が周辺のエネルギーを奪うと，周辺の温度が下がります．

　冷蔵庫やエアコンの冷房では，この蒸発した気体を元に戻して再利用するためにエネルギーが必要です．蒸発した気体を圧縮することで気体の温度を上げた後に，温度が上がった気体を「熱交換器」と呼ばれる機器を介して外気で冷やして液体に戻します．蒸発した気体をポンプのようなものが圧縮するので，ポンプのようなものが気体を熱交換器に向かって押し出し，熱交換器の中で液体になったものが熱交換器から押し出されます．以上のように液体に戻ったもの，動作流体とか冷媒と呼ばれますが，再び冷却に利用します．一般家庭の場合は電気で圧縮しますが，ガスエンジンで圧縮機を動かすものもあります．大学生協とファミリーマートの間にあるエンジンが，そのガスエンジンです．外に熱を捨てる部分は，エアコンの場合は室外機で，冷蔵庫の場合は背面・下・側面など様々な個所で放熱します．冷蔵庫にペタペタとマグネットで色々なものを張り付けてしまいますが，実はやらない方が良いです．

　ちなみにエアコンの暖房は，室外機で外のエネルギーを取り込んで，冷媒を圧縮した時のエネルギーと室外機で取り込んだエネルギーを合わせて室内に放出するので，冷房よりCOPが高くなります．

11-1．前回の振り返りとコメント

　質問13の再計算に取り組みました．概ね4度とする計算結果が出ればOKです．kWh（kW時）とJがどちらもエネルギーの単位であることを認識し，適切に単位換算ができれば計算できます．

　質問14に関連して，室内で冷蔵庫と人が発熱し，エアコンで部屋を冷却する模式図を板書しました．解答用紙を見ると，発生する熱量については計算結果を出しつつある人が多い．

11-2．質問14　冷房して室温を保つのに必要なエネルギーを引き続き計算してください．

11-3．質問15　第8回の授業では小豆を炊いて「ぜんざい」にする加熱に言及しました．年末なので餅を溶かさずに焼く方法を考えてください．大手メーカーのパック包装された餅を漫然と加熱すると，餅全体が軟らかくなり形が保たれません．一方，加熱不十分な餅を食べるのは一般的な行為ではありません．餅の形を保ちつつ，焼いて中まで適切に加熱する方法を考えてください．

11-4．質問16　摂取した食物から人がエネルギーを発生させたり消費する過程について，大雑把に身体に何を取り入れて（ため込んで），何を出すのかを考えてください．

11-5．質問17　洗濯物の乾きやすい条件と乾きにくい条件を，水の蒸発や凝縮という点で考えてください．

11-6．質問18　結露して湿る物とその周辺の特徴は何ですか？

11-7．質問19　車のフロントウィンドウの内側が結露して曇っているときの対処方法を考えてください．

11-8．質問20　「味が染みる」という状態について考えてみましょう．一般的には温めている時ではなく，冷ます過程で味が染みると言われています．

11-9．質問21　フタをした鍋やフライパンがあったとして，白い蒸気が隙間から出ているときと出ていない時で，鍋の中の温度がどのような状態になっているか，考えられる限りのパターンを考えてください．ちなみに湯気の白いものは凝縮した水の微小なもので，水が蒸発して蒸気になると無色透明です．

　なお水が1気圧（＊）100℃で，蒸発するときの蒸発熱は2257kJ/kgです．蒸発熱は潜熱とも言います．蒸発するときに奪うエネルギが水1㎏あたり2257kJということです．蒸気が水に凝縮するときは，同じエネルギーが周囲に放出されます．これらの蒸発や凝縮が起こる間，水は温度が変わりません．実際は多少変わりますが，あまり変わりません．

（＊1気圧は101.3kPa（キロパスカル）もしくは1013hPa（ヘクトパスカル）のこと）

11-10．質問22　圧力なべは圧力を高くすると沸点が高くなり，煮汁の温度を100℃より高い120℃などに上げられる特徴があります．このような現象を参考に，茶碗蒸しの中に気泡が残る原因と対策を考えてください．

12-1．前回の振り返りとコメント

　質問14から質問19までを前回は扱いました．

　質問14の方は，成人一人分の発熱であれば，平均して数十ワットの消費電力で室温を保てることが分かったと思います．ただしこれは室内外の熱の移動を無視しています．また「平均的な消費」を考慮しているだけなので，エアコン起動時に出力が必要なことや，室温設定による制御で運転状態が一定ではないこと等，全く考慮していません．

　質問15は，片面焼きにして，1度加熱した面を冷やしながら焼いてみてくださいという話をしました．電気オーブンなどの両面焼きでずっと加熱していると，中が加熱される頃に外側がドロドロに柔らかくなります．

　質問16の要点は，エネルギーの発生や消費には炭素原子や水素原子が酸素と結びつき，二酸化炭素や水を発生させる類の反応が必要だということです．酸素を取り入れ二酸化炭素を排出するのですから，エネルギー消費には相応の呼吸が伴います．急激な体重の減少は単なる水分の放出である可能性が高いと思ってください．恒温動物である我々は，生命の維持で消費するエネルギーが多いので，食べ過ぎの場合は運動だけで痩せようとするのも相当厳しいものがあります．

　質問17・18・19については，「温かく湿った空気が冷やされると結露する」旨を説明しました．「『空気中の水分の濃度』×『圧力』」を「分圧」と呼びますが，空気中に溶け込める水分の分圧は温度が高いほど高くなります．冷たいものの周囲で空気が冷やされると，気体として存在していられる水分の分圧が低くなるので，気体として存在できなくなった水分が凝縮して結露します．洗濯物を干したいのであれば，温度を上げ，多量の空気を通すことが効果的です．狭い空間に閉め切ってる等の条件でなければ，温度の影響は大きいと思ってください．車のフロントウィンドシールドの内側の結露は，エアコン（冷房）で空気中の水分を落とし，ヒーターで温めると良い．一般的なカーエアコンのヒーターは熱源がエンジンの排熱なので，ヒーターは燃費に大した影響を与えません．

（授業終了後に追加：1000kcalの発熱には，炭素原子・水素原子いずれでも，0℃1気圧換算で約1立方メートルの空気が必要です．）

13-1．前回の振り返りとコメント

　質問20・21・22について扱いました．いずれも水の蒸発と凝縮が関わる問題です．

例えば「大根に味が染みる」という現象について考えた時に，塩分等が濃度の濃い方から薄い方に分子運動で拡散すると考えると，分子運動が活発になる高温の状態より冷める過程で「味が染みる」現象は説明しにくい．ここで「味が染みる」のは「出汁が入り込む」と仮定する．大根に出汁が入り込む余地は通常ない．しかし加熱によって大根内部の水分がわずかでも蒸発すると仮定すると，気体となって膨張した水分が大根の外に水分を放出させる可能性がある．この想像の裏付けとして，フライパン等で大根を焼けば中から水分が出て，大根を茹でて温まると大根が茹で汁の中で浮き上がる現象が挙げられる．沈んでいた大根が浮き上がるためには，密度の減少が必要だが，大根内部で水分がわずかでも気体になれば，液体と気体では密度が約3ケタ異なるため，体積の膨張に伴って密度が減少して浮き上がる可能性が生じる．以上のような空想に基づいて，大根等から加熱によって内部の微小な沸騰で水分が出れば，冷却時に周囲の出汁を大根内部に取り入れる余地が生じると考えられる．出汁を含ませた高野豆腐をフライパンで加熱すると，加熱によって高野豆腐から汁がにじみ出て，冷却によって汁が高野豆腐に吸いこまれる様子を見ることが可能である．

　質問21については「湯気」の白く見える物が液体である認識が必要になる．湯気の白く見える部分は，一度気体になった水分が冷めるなどして空気中で凝縮した，小さな液滴である．そこから白い湯気が見える状態と見えない状態を以下のような表で整理する．

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 白い湯気が見える | 白い湯気が見えない |
| 鍋の中に水分が有る | 温度が高い（100℃くらい）のところがある．強火だと鍋の内部に温度ムラが生じている可能性もある． | * 温度が低い * 加熱され水蒸気の勢いが強過ぎる |
| 鍋の中に水分がない | こんな状態はない | * 温度が高い * 温度がちょうど良い * 温度が低い |

　水蒸気の出る勢いが強いと，気体の無色透明な状態のまま周辺の空気と混ざって，白い湯気が現れない時がある．また白い湯気が見えない状態では，鍋の内部に水分が無く焦げている場合もあるので調理に際しては注意が必要である．弱火の加熱で白い湯気が出ている状態は，鍋の内部の温度ムラが少ない状態で，100℃程度になっていると推定できる．塊肉の内部まで加熱されているとは言えないが，加熱状態の目安にはなる．

　茶碗蒸し内部の気泡は，加熱中の卵液の沸騰が原因だと考えると，蒸し器やセイロの中の温度が上昇し過ぎないように配慮したら良いことになる．蒸し器のフタを，圧力が逃げる程度に空けておけば，鍋の中の水の沸騰する温度は，卵液を派手に沸騰させる程にはならない．蒸しプリンでも同様です．火加減を強くし過ぎない，フタをきっちりしめずに中の圧力を上げない，という2点を守ってみてください．



コランダーと呼ぶそうで，鍋の中に入れて使う

予熱して，セットした状態．







中は柔らか過ぎず，固過ぎず

とにかく強い火で調理しても

底は若干のスがみられる

13－2．質問23　肉や魚を加熱するとき，加熱不十分で中が生なのは嫌ですが，火が入りすぎてパサパサ・ボソボソしたのは嫌です．どうしましょう？

13－3．質問24　大分大学の学生もしくは教職員が，大分大学の設備を使って，学外者を対象にした教室や発表を実施するとします．どんな準備が必要ですか？（何の催しにするかも，授業中に決めましょう）

13－4．質問25　「手作り模型スターリングエンジン」の工作を2日で終わらせたいときに，段取りとして改善の余地があるのはどこでしょうか，考えてください．2018年度の授業では二人で取り組んでも1人で取り組んでも3日かかりました．授業で用いる動画「32倍速　お湯で動く低温度差スターリングエンジンを手作りする全行程: Handcraft of a low temperature differential Stirling Engine (32x)」のURLは下記です．

　https://youtu.be/WD5xinLuGI8

|  |  |
| --- | --- |
| 1. アルミ板１に目印 2. アルミ板の穴あけ 3. アルミ板１の穴の位置をアルミ板２に写す 4. アルミ板２の穴あけ 5. 食品保存容器を切る 6. フタをアルミ板１に合わせて加工 7. ①～⑥の部品を組み合わせる（4～12時間置く） 8. 仮組みして気密を確認 9. 発泡パネルの切り出し（中の円盤と断熱材） 10. ゼムクリップを伸ばす 11. ⑥でくりぬいた材料を使ってベローズを作る | 1. 塩ビ板に型紙を写す 2. 塩ビ板を加工 3. 塩ビ板の加工（同じ形の部品を作る） 4. ゼムクリップを伸ばして，曲げて，部品を作る 5. 塩ビ板の部品の組み立て 6. ⑧と⑯の部品を合わせる 7. 細かい部品を取り付ける 8. 調整 9. 組み立て   調整  終了 |

　2018年度後期の授業中に厚さ1mmのアルミ板を使って穴をあける時間を計ったところ，小さい直径1mmの穴は26秒，大きい直径3mmの穴は10分かかった．時間がかかる作業を書き出すと，次のようになる．作業②は，直径3mmの穴をあける作業が22か所あり，所要時間220分．⑤の作業は1時間かかる．⑦は4～24時間かかり，⑧で気密がもれていると⑦のやり直しがある．⑬の作業も直径3mmの穴が97か所あり，アルミ板の半分の所要時間で穴が開くとしても，500分程度の所要時間が見込まれる．実際は小さい穴をあけてから直径3mmの穴をあけるので，500分では済まないかもしれない．

取り組む順番の制限がある作業を書き出すと以下のようになる．①②をしないと③ができず，②が終わらないと⑥ができない．①～⑥が終わらないと⑦ができない．⑦が終わらないと⑧ができない．⑫～⑯も順番に取り組まなければできない．⑰の開始までに①～⑯までを終えなければならず，⑰以降は上記の順番通りに作業しなければならないし，同時並行できる作業はない．

14-1．前回の振り返り

　質問23が取り組まれた．要点としては，高温で加熱し過ぎるとパサパサするので，加熱する温度が程々で良いようにすることになる．具体的には，肉や魚を常温に戻して，加熱すべき熱量を減らす．「中まで火を通す」時に，「加熱時間を長くとって，加熱する温度を下げる」ということでした．下記2式が加熱に関わるが，低温部の温度*T*1を高くすることや，加熱温度*T*2を下げて時間を長くとって加熱する熱量を確保するような話でした．

　また肉や魚を常温に戻す時間が無いときは，「袋に入れて水や湯に浸す」「フタをしたフライパン等で少し加熱して放置する」と少しはマシである旨の発言をしました．

ちなみに2018年度の授業中には，加熱方法毎に熱源の温度を大雑把に示し，温度が高くなる可能性があることを説明しました．余熱による調理は温度が上昇し過ぎない利点があります．

質問24が取り組まれ，大学祭においてフランクフルトソーセージを焼いて販売する活動について取り扱いました．

15-1．前回の振り返り

　質問24について取り組んだ．想像するのは手間で時間もかかりますが，担当者の個人的な意見としては，それが準備だと思います．

大学祭に来ている

フランクフルトの販売を知る

フランクフルトの値段を知る

声をかける　or　かけられる

注文

支払い

おつりの受け取り

ソーセージの受け取り

ケチャップとマスタード

袋に入れて持っていく

食べる

ゴミを捨てる

予想する「ソーセージを買う人の行動」

大学祭に出店したら地域への広報は不要

大学祭に出る手続き

店を出す

商品を決める

値段を決める

表示？　音声案内？

表示？　音声案内？

注文の受け方

ください！

いかがですか！

金の授受の方法

金の置き場

金の管理方法

小銭

焼いたソーセージの出し方（焼けるまで待たせる？）

焼いたソーセージの出し方（串？）

ケチャップ

からし

こぼした時の

大学祭だとどこで食べるか分からない・・

捨てる場所

用意する物（更に詳しく考える必要はある）

「更に詳しく」の一例：焼けたソーセージを準備するために必要なものは・・・

・コンセントから電源を取ってホットプレートで焼く

・コンセントは学祭運営の団体が準備してくれる

・ソーセージのコンセプトは「油をひいた鉄板で」「串に刺し」「切れ目のある」ソーセージを焼いたもの

冷凍された串刺しのソーセージを購入するとして，注文してから焼けたソーセージができるまでをひとつひとつ丁寧に考えていけば，また必要なものが出てくる．丁寧に考えると「作業の手順書」みたいなものも，忘れずに出てくる．

大学祭じゃなければ，「イベントを知ってから」「帰るまで」の想像を加藤は推奨

|  |  |
| --- | --- |
| 冷凍ソーセージの購入 | 見積，比較検討（誰が決定？），注文，支払い（立替？），受け取り（店頭で購入or 配達？）店頭購入の場合は移動も |
| 冷凍ソーセージの保管 | 関係者宅の冷凍庫に仮置きもしくは開催日直近の受け取りの手配 |
| 会場への輸送・解凍 | 冷蔵庫→車→会場の駐車場→店，店の開始時刻から逆算で何時に解凍開始？ |
| 学祭会場での保管・解凍 | クーラーボックス？　解凍開始時間の決定，解凍中の保管場所，解凍中の結露した水の対策，解凍済みパッケージの保管場所 |
| パッケージ開封 | 手の殺菌，トングor手袋を使う？ハサミ，ハサミの保管場所，袋の捨てる場所，袋から出したソーセージの置き場（ほこり対策） |
| 調理（ホットプレートに油を引き，その上でソーセージを焼いて，適当に焦げ目がついたらひっくり返し，焼けたソーセージを器に引き上げる） | 作業者のシフトや担当者の連絡手段の確認，手順書，机，ホットプレート，電源，加熱温度と加熱時間の決定，手の洗浄，油，油の入れ物，油引き，油引きの置き場，キッチンペーパー等，ゴミ入れ，ホットプレート上のソーセージの配置の決定，（トングor手袋を使用？）焼き加減の見本，タイマー，焼けたソーセージの置き場，手の洗浄，再加熱の段取り |