

17s2022: 一次元の箱の中の粒子の問題で、 x の範囲を $-L$ から L の範囲でとるとき、解はどのようなになりますか？ M: 自分で求めてみればいいのでは？

18s2003: 弦が y 方向にも動く 2 次元的なものになったら、3 つの変数分離になると思うのですが、 $T(t)=0$ の時のような意味のない現象は他に出てくるのでしょうか？ M: 微妙に誤解の予感. そもそも一次元の弦の問題では、弦は x 方向に動いていない. // 自分で計算してみればいいのでは？

18s2006: 2 回微分すると自分自身の定数倍になるものは、指数関数と三角関数以外には何があるのでしょうか。 M: 自分で考えてみればいいのでは？

18s2014: 特殊解になる理由は何ですか M: “特殊” というコトバに変な意味を期待しているのでは？ // 希少だとか、価値が高いとか、そんな意味は一切ない. 単に、“一般” じゃないというだけ. 一般解の任意定数が一意に定められているというだけ.

18s2045: 2 回微分すると定数倍になるという特性で関数を帰属させた時、それらの組み合わせでその別の関数を表現することはできるのか。 M: 言葉づかいがヘンテコ. // “関数を帰属させる” とは、どういうことか？

18s2046: 振動していない弦の場合は無意味な解となったが振動している場合でも無意味な解が現れることはあるのか。 M: 自分で考えて分からないのはなぜか？ // あなたは何をしたいのか？

19s2003: 変数分離法で K について場合分けして考える時、どの場合から始めれば比較的スムーズに進めることができますか。 M: “スムーズに進める” とは、何がどうすることか？

19s2004: 一次独立かどうかどこでわかるのですか？ M: “一次独立” の意味を再確認する必要があるのでは？

19s2011: 物理的条件、物理的状況などの”物理的”の意味とは、数値で表すことが出来るということなのでしょうか？ M: コトバの意味が分からなければ、辞書を見ればいいのでは？

19s2012: 微分方程式を解くときに指数関数でなく三角関数を使う場合求められる方程式は同じものになるのですか。 M: 意味不明. // 方程式を解いて方程式を求めるとは、一体全体何のことか？

19s2013: 特殊解が線型独立ではない場合は、一般解を求められないのですか M: 線形独立な別の特殊解を何とかして探すことになる.

19s2017: 授業で用いた微分方程式が線形であることはどこからわかりますか？ M: 本気か？ ここで “線形” とは、どういう意味か？ // 理系のための数学を復習する必要があるのでは？

19s2018: 波の振動で質量やその物質の抵抗 (固さ) などを考える時は変数を増やして計算すべきなのでしょうか。それとも、境界条件としてある位置における振幅などを組み込み、計算すればよいのでしょうか。 M: 物理学の基礎を復習する必要があるのでは？ // 波動方程式は、どうやって (2.1) 式が導出されたのか？ 具体的な系に応じて波動方程式 (2.1) の何が変わるのか？ // 特殊解と一般解とは何か？ どんな意味があるのか？ // それぞれの系に応じて (系の状況を詳細に吟味して) 境界条件が適宜設定されるというのだが、それ以外に何があるというのか？

19s2022: 境界条件は、両端の振幅が 0 の場合の他にもなりうる事はあるのでしょうか。 M: 自分で考えて分からないのはなぜか？ // 末端が固定されていない弦や気柱、途中が抑えられている弦、その他のありとあらゆる様態の弦は存在するか？

19s2024: (2.15) の式より $y(x)$ が 2 回微分すると自らの定数倍の関数となると判断できるが、(2.15) では二階微分が最高であるという記述があるがそれはどこから判断できるのか。 M: 正気か？ 自分で判断できないのはなぜか？ // (2.15) 式のどこに三階以上の項が存在するか？

19s2043: 独立カロンスキー行列式で調べられるのはなぜか M: 19s2004 参照

19s2045: 変数分離法で 2 変数の 1 つの式を 1 変数の 2 つの式にしたように、複数の変数をもつ式を 1 変数の式に変える方法は他にどのようなものがありますか？ M: 自分で調べればいいのでは？ // 変数分離法があるのに、同じことをする別な方法がなぜ必要なのか？

19s2049: 両端から違う波を流し合成波とした際には、波動方程式はどう変えれば良いか M: 波動方程式の意味を全く理解していない予感. // 教科書 p.46 の中ほど “すべての物理的に意味のある解 $u(x,t)$ は式 (2.1) を満足しなければならない” の意味が理解できないのか？ // 19s2018 も参照

19s2050: 今回の問題のように境界条件が明記されている問題もありますが、授業でおっしゃっていた境界条件が明記されていない問題は両端が固定されている弦以外にどのようなものがありますか。 M: 19s2022 参照

19s2051: 2.1 の式はすべての材質において満たすことはできますか？ M: 19s2018, 19s2049 参照

19s2052: 月で生活すると、地球と比較して 300~1400 倍の放射線を浴びてしまうことを最近知った。この放射線を地球レベルにするためには地下で生活するしかないのだろうか？また、この放射線は人間の生活に利用できるのだろうか？ M: 自分で考えてみても面白いのでは？ // この放射線の正体は？由来は？エネルギーの大きさは？

20s2001: 二回微分するとそれ自身が定数倍になるものとして指数関数と三角関数をあげていましたが、他にも何かあるのでしょうか？ ㍶ M: 18s2006 参照

20s2002: 弦がピンと張った状態ではなく、少し緩んでいる場合でも波動方程式は使えるのか？ M: 19s2018 参照

20s2003: K_0 のとき、 $X(x)$ を三角関数においても指数関数でおいたときと等しくなるのですか？ M: 自分で計算してみれば分かるのでは？

20s2004: $K < 0$ の場合分けにおいて、オイラーの式を用いて書き直した方が便利とはどのように便利なのでしょうか。 M: 自分で勉強すれば分かるのでは？

20s2005: ∂ と d の違いはなんですか？ M: 本気か？ // 数学の基礎を復習する必要があるのでは？

20s2006: 今日の講義を受けて構造物理化学は化学とどのように関連するのかわからなくなりました。どのように関連するのでしょうか？ M: 本気か？ 勉強に無自覚すぎるのでは？ // 「物理化学」は、化学のどういう分野か？「構造物理化学」は「物理化学」のどういう分野をあつかうのか？

20s2007: 一次独立であるときに、特殊答同士を足すのは何故ですか M: 線形代数を復習する必要があるのでは？ // 任意のベクトルは単位ベクトルの線形結合で表される. 任意の関数は基底関数の線形結合で表現される.

20s2008+: p 軌道の二つのローブの境目の節面は波動関数 $\psi=0$ で、電子の存在確率が 0 ということになりますが、電子が一方のローブから他方のローブに移動するときは電子はどこを通るのでしょうか。節面を通らないともう一方のローブに移動できず、また、節面を通るということはその場所の存在確率は 0 とは言えないのではないのでしょうか。それとも電子は二つのローブの間を行き来しないのでしょうか。 M: (*) 電子は古典的な粒子のように軌跡をもつような運動をしない. 波動関数 (の二乗) は、電子密度分布を表すだけで、それ以上でもそれ以下でもない.

20s2009: 教科書の式 (2・5) では d となっていますが黒板での式 (2・5) が ∂ なのは何か意図がありますか？ M: 別に. // 計算手順を細かく見ると、「(i) 関数の積について偏微分を実行」→「(ii) ∂ を d に書き換える」の二段階なので、(i) の直後の式を書くか、(ii) の後の式を書いたかの違いなだけでは？

20s2011: 波動方程式を求める際の t に関する式では、 $1/v^2$ が出てきましたが計算結果では v が出てこないのはなぜですか？ M: 単に書き落としただけでは？ // どうしてその場で指摘していただ

けなかったのでしょうか？

20s2012: 3次元の波動方程式は1次元と比べて、数学的には項が増えてるだけと捉えてしまいますがそれだけなのでしょうか **M:** 自分で判断できないのはなぜか？ // 数学の基礎を復習する必要があるのでは？教科書や物理数学の参考書をよく読めばいいのでは？

20s2013: 一次独立か調べるのにロンスキー行列式以外の方法はないのですか？ **M:** 19s2004 参照

20s2015: 定数 K で正、負、0 の 3 つの場合分けをしたが、弦は振動するか振動しないかの 2 つの場合しかないので、2 つの場合分けになるのではないのか？ (K = 0 は弦が振動してない場合だった) **M:** 数学的な解・関数による表現と、物理的な意味とは、一意に結びつかない。

20s2016: 特殊解のとき、波はどのような状態になるのか。 **M:** 関数形が具体的に与えられるのだから、自分で考えてみればいいのでは？

20s2017: 前回の質問とかぶるのですが、複素数が式や解に出現したら、「存在しないもの」ではなく、「複素数平面上に存在する事象」としてとれるということですか？ **M:** 複素平面上に存在する事象って、現実の事象とどう関係しているのか？ // 妄想はもうやめて、ちゃんと勉強すればいいのでは？

20s2018: 変数分離法は文字の数がどんなに多い場合でも用いることができますか？ 変数分離法を用いない方が解きやすい問題はありますか？ **M:** 前半: 自分で判断できないのはなぜか？ 自分で計算してみれば分かるのでは？ // 後半: 私は知りません。自分で探してみればいいのでは？

20s2019: どの物理現象を説明するときにも必ず数学が必要となるのですか？ **M:** 精密に定量的に現象をとらえるのに、数学以外の何を使用するのか？

20s2020: 両端が固定されていない時、波動方程式はどうやって解くのですか？ **M:** 19s2018 参照

20s2021: すべての時間 t において T(t)=0 になることがないのは弦の変位 u(l,t) は時間変化するためだからですね？ **M:** 自分で判断できないのはなぜか？

20s2022: シュレディンガー方程式の解はなぜ一般に複素数となるんですか？ **M:** 簡単なものを解いてみれば分かるのでは？

20s2023: ∂ と d の違いは何ですか？ **M:** 20s2005 参照

20s2024: 宮本先生は板書において 2 変数から 1 変数の式に分解した際に偏微分の記号を通常の微分の記号に書き換えられていましたが、教科書 p.45 では (2.4) 式の 2 変数の式の段階で記号が書き換えられていました。テストなどで答える際はどちらに従えばよいのでしょうか？もしくはどちらでも正確でしょうか？ **M:** 20s2009 参照

20s2025: ロンスキー行列はどのような場合で使うのか。 **M:** 19s2004 参照

20s2026: 波動方程式は三角関数で解いた方が容易だと思うのですが、なぜ指数関数で解くのですか？ **M:** 容易かどうかは主観。

20s2027: K_L0 のときの一般解が境界条件であっても成り立ちそうなのに、 $X(0)$ と $X(l)$ で計算すると成り立たないように思うのですが、なぜですか？ **M:** 意味不明。 “一般解が境界条件であっても成り立つ” とか “ $X(0)$ で計算すると成り立たない” とか、一体全体どういうことか???

20s2028: 教科書に積分する回数分、積分定数が現れると言うふうに書かれているのですが、三角関数はやろうと思えば永遠と積分できる関数でありその場合永遠に積分定数が出てきますが、無限にでてくるものを定数言うのは不自然では無いでしょうか **M:** 本気か？ 二階の微分方程式を解くときに、無限回積分する必要があるのか？

20s2029: 教科書の 2・15 式の解は $e^{(a \cdot x)}$ であることを証明できるのか。 **M:** 講義でも言ったのに、伝わってなくて残念。 てゆーか、自分で考えても簡単でしょ？

20s2030: 変数分離法を使う理由は複雑な式を解くため以外に理由はありませんか？ **M:** 自分で判断できないのはなぜか？ // 教科書や参考書をよく読めばいいのでは？

20s2031: 今日の講義と教科書で微分の記号を変えるタイミングが違ったのですがどういうことですか？ **M:** 20s2009 参照

20s2032: 自然界の物理現象を記述した微分方程式はどのようにして導いているのですか。 **M:** 現象をよく観察して、よく考える。

20s2033: 現代の研究においてもこの式は用いられているのでしょうか **M:** 本気か？ // 代わりに何を用いるつもりか？

20s2034: 古典波動方程式は 2 次元、3 次元に拡張して考えることはできるのか。 **M:** 教科書や参考書をよく読んで考えればいいのでは？

20s2035: 講義では一次元の波を用いられていましたが、波動方程式を用いてより複雑な高次元の波について説明することは可能ですか？ **M:** 20s2034 参照

20s2036: 物理化学の面白さは何ですか？ **M:** 人それぞれで面白さを見つければいいのでは？

20s2037: 境界条件の中には初期条件は含まれていますか？ **M:** 時間領域での境界 (特に t=0) を

20s2038: なぜ任意定数が 2 つないと一般解ではなく特殊解になるのでしょうか。 **M:** 18s2014, 20s2007 参照

20s2039: 数学の問題を解く上で量をこなしてパターンを暗記するのが一番良いのでしょうか？ **M:** 暗記とドリルとは、最も推奨されない、ダメな勉強法。

20s2040: 波の分野を理解していく中で教授が思う一番学生に伝えたいことはなんですか。 **M:** 別に、波だからといって特別なことは何もない。

20s2041: 自分は数学はより問題に当たって解法を覚えていくものだと思っていたのですが、それぞれの式の意味を考え理解して解くとどんなメリットがあると思いますか。 **M:** 20s2039 参照

20s2042: 波動方程式は変数分離法で解ける場合が多いとのことですが、解けない場合はどのような場合なののでしょうか。また、解けない場合の別の方法は何でしょうか。 **M:** どんな項があると変数分離できないのか、勉強すれば分かるのでは？

20s2043: 古典物理学において、わからないことばかりであるために波動方程式のように仮定を必要とする研究は多かったのか？ **M:** 著しく勘違いの予感。何をどう勘違いするとこんな頓珍漢な考えに至るのだろうか？

20s2044: 古典波動方程式はどのように応用されますか？ **M:** 20s2051 参照

20s2045: 弦の振動のように光の振動 (光波) も両端を固定できますか？ **M:** 反射光の位相が変わらない (自由端反射) か逆転する (固定端反射) かが、条件によって異なる。

20s2046: ある事象を求めようとした過程で別の事象のヒントになったものはありますか？ **M:** そりゃあるでしょうね。

20s2047: 今回の計算はひもの両端を固定した場合でやりましたが、片方しか固定されてない場合どうなりますか **M:** 19s2018 参照

20s2048: (2・15) 式を解く際、y(x) を三角関数で置いていないのは虚数が出て計算過程がややこしくなるからですか。 **M:** 著者に聞けばいいのでは？ :-p // 三角関数と指数関数で、どちらの時に虚数が出てくるというのか？ 虚数が出てくるとどうして計算過程がややこしくなると言えるのか？

20s2049: x=0, L の時以外の u(x,t)=0 は考えないのですか。 **M:** 本気か？ // 必要なら考えるにきまつてるでしょ (?) 19s2018 も参照

20s2050: X(x) を指数関数ではなく、三角関数で表した場合表し方は違うが、同じような現象が解析で

きるのですか？**M:** 自分で計算してみれば分かるのでは？

20s2051: 古典的波動方程式は弦以外で成り立つことはありますか？**M:** 本気か？ // 波動とは弦だけなのか？

20s2052: 波動方程式を解くと速さが消えていますがこれは形を知る上では速さは関係ないということですか**M:** 20s2011 参照