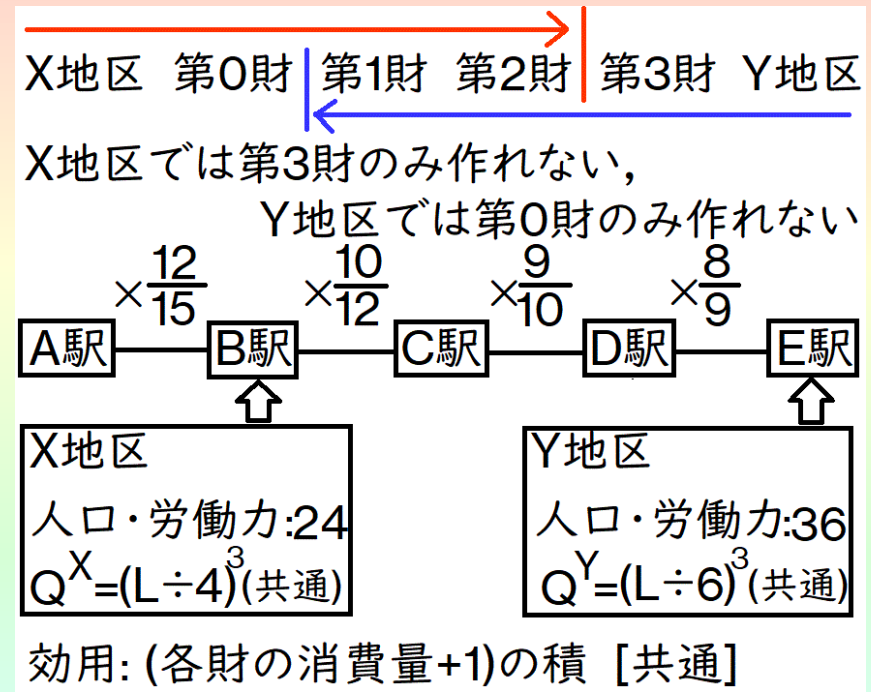


電卓貸し出しを不要にする 授業内テストの取り組み ～経済系でのお話～

<https://cutt.ly/1KoY1nn>



小川健(OGAWA, Takeshi) (専修大学・経済学部・准教授)

(090)4255-1796 takeshi.ogawa.123 [at] gmail.com

2022(令和4)年6/18(土) 13:35(1:35 p.m.)-14:05(2:05 p.m.)

第22回グラフ電卓研究会@福井高専・オンライン

※6/4(土)日本国際経済学会報告をはじめ関連報告多数。

スマホネイティブ世代にスマホ禁止の試験

- 現在の大学生の多くが20歳前後：ガラケーからスマホに大半が移行後のため、彼らの多くが10年慣れ親しんだスマホ⇒時代の進化と共にスマホでできる事は増えた半面、**全てスマホのみで片付けたがる風潮**が2019(令和元)年度まで
- 電卓は試験用に買う位。関数電卓なんて高くて買わず。関数電卓・グラフ電卓が必要なら経済系では「普通」避ける。
(**電卓なんて普通にスマホ[iPhone]アプリにあるでしょ。**)
(関数電卓?グラフ電卓?知らんけどスマホにあるでしょ。)
- 一方でスマホには通信・検索機能も普通に存在⇒定期試験は基より、授業内**テストでも対面式ではスマホ禁止は普通**。
⇒普段電卓なんて持ち歩かないので無いと受けられない/計算できないでは忘れてたら貸し出しが必要になる。他方で、オンラインテスト・遠隔試験・CBTだと通信を止められず、スマホ禁止はまず諦める(実際に**スマホで多くは受けるし**)。

道具としての計算と制約としての計算力

- 経済系等「**数学を道具として使う**」学問領域で、テストで出せる問題において計算はあくまで道具であり、計算自体をさせたい訳では無く、**結果を活用して分野理解をさせたい**。
- (中堅私大の)経済系の学部生に「標準的に求められる」計算力は理系より大きく弱まり、例えば(11^2 から 19^2 や 25^2 , $\frac{1}{7}$ の循環順序, 2^{10} 等九九ではないが比較的慣れているものはまず無く)九九を超えた掛け算では**通常は電卓を使うし、手計算で計算させるなら筆算は必須**。うっかり適当な数値で出題してしまうと計算速度は筆算が入る事で大幅↓。
- **計算機理論を知っている訳では無い**ので、足し算・引き算より掛け算・割り算の方が計算量が多く避けるべきこと、割り算で割り切れない場合があり、割り算を掛け算より先に行うと**誤差が含まれ得ること等も知らず頭から計算しがち**。

実際の計算力として(入学段階)

- 例: 専修大学・経済学部・国際経済学科2022年度新1年251人中237人の調査で, 8%が0.08倍相当の問題の正答率は約71.3%(7人に2人が不正解),
$$\begin{cases} 5x + 2y = 16 \\ x + 2y = 8 \end{cases}$$
 程度の2元1次連立方程式で正答率は81%程度(5人に1人が不正解)。100⇒80での変化率(-25%)程度で正答率は約38.4%。
- 2021年度新1年生230人中225人の調査で, 8%が0.08倍相当の問題の正答率は約74.2%(4人に1人が不正解), $4x+3=11$ 程度の1次方程式の正答率は約95%(不正解者在)。
- 2元1次連立方程式にしても解が1桁の整数で1つに決まるものと比べて, 解が割り切れない分数でないとは答えられないレベルになると, 係数の桁数は同程度でも正解率には大きな差⇒**2元1次連立方程式での一意解は1桁整数**にする必要。

マークシート式問題では桁数が重要制約に

- 公務員試験等でのマークシート式は答えを選択肢内から選ぶので、選択肢に無い場合はそこで誤りと気付いてしまう。
⇒山勘で答えさせる事を防ぐには**0-9の選択肢を桁数用意**
- マークシート式では1枚の答案に入るマーク数に制限有。桁数超過は0を入れさせる指示で対応可。**桁数僅少は問題として解を持ってても出題ミス扱い**⇒**流れのある出題をするには答えの桁数を減らす必要**+類題制作では桁数統一も大事。
- 経済系では数学の記述式のような**手順を考えさせて出題してしまうと投げ出してしまふ**事案が多数。手順を全て書いても手順内の「**答える必要の無い所**」は計算しようとせず崩壊
⇒**手順を全て書き、各手順で計算させる部分は答えさせる必要**がある⇒桁数が足りなくならないようにする必要有
- オンラインテストでは桁数制約の代わりに各手順を詳細に。

手計算の速度を落とさないようにするには

- **対数・根号等は関数電卓**が無いとまず困難。平方根の付いた通常の電卓も数が減って、警告しないと期待できず。
- 掛け算・割り算で筆算が必要になると手計算の速度は急減。
⇒ **九九の範囲**で計算できない範囲を最小限にする必要。
- 足し算・引き算も桁数が多いと対処困難⇒手計算の速度を落とさないようにするには**2桁程度**までに抑える事が大事。
- 10倍, 0.1倍のように**桁移動**の部分は仮にあっても手計算の速度はコツ次第で維持できる。例: $0.7 \times 50 = 7 \times 5 = 35$
- 計算機の理論では掛け算は割り算より優先, でも手計算の関係では割り算の中で「**約分**」だけは優先した方が速い。
例: $9 \times (5/3) = 45/3 \Rightarrow$ 筆算必要も $9 \times (5/3) = 3 \times 5 = 15 \Rightarrow$ 暗算。
- **割り切れない**と分数での導出を除き手計算速度は落ちる。
以上を念頭に出題する数値を工夫する必要がある。

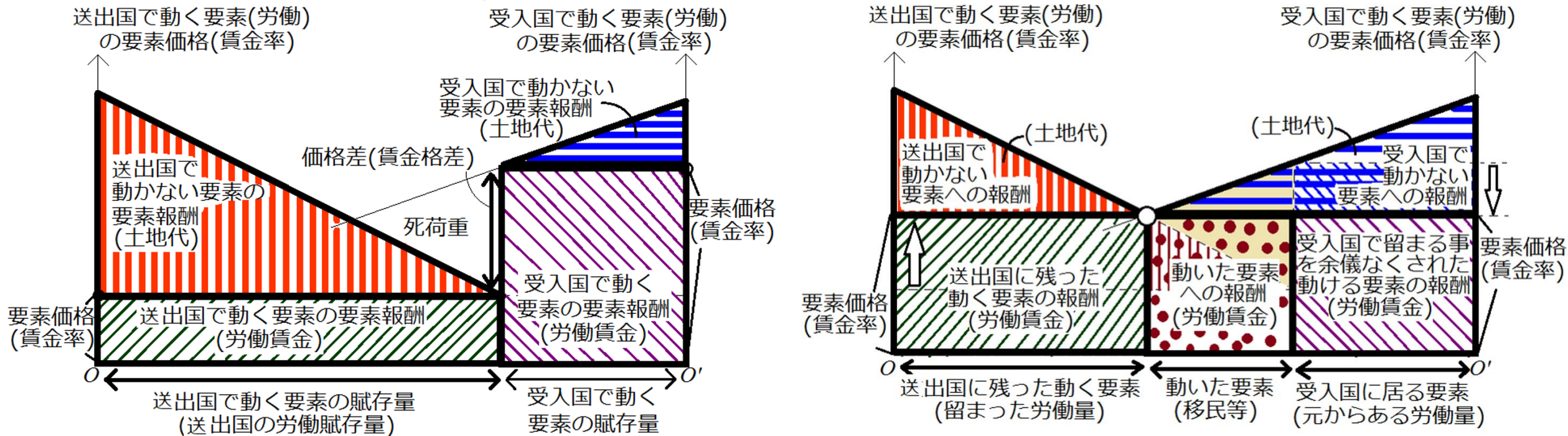
取り組みその1: リカードの比較優位 (貿易)

- お互い「相手にやらせる位なら」比較的自分が担った方が
良いものを作り, 生産量を増やして交換してお互い豊かに。
- 通常の割り算の筆算なら「余り」は容易に計算できるが, **通常
の電卓での割り算なら「余り」の計算は意外と厄介**だから
あまり電卓が存在⇒殆どの学生はあまり電卓を不所持。
- 例: $50 \div 6 = 8.333\dots$ だから, 整数部8を取り出して $50 - 6 \times 8$
 $= 50 - 48 = 2$ (掛け算が先, も忘れていた学生も存在) で余り。
- そこで, **整数問題を絡ませて**, 財1単位の生産に必要な人数
に届かないと生産された財の価値が落ちる形を設定し, **余
りのある割り算を計算させる事で筆算と電卓の差を僅少**に。
- 他にも貿易体制を決める比較を $\frac{3}{7}$ と $\frac{4}{9}$ の様に分数の大小比
較とし, **苦手なら電卓で小数化でも良いが, 電卓を必要とし
ない受講生もいる形を狙い, 必要か不要か自ら判断させる。**

取り組みその2:伝統的な国際要素移動モデル

移民の国際移動前

移民の国際移動後

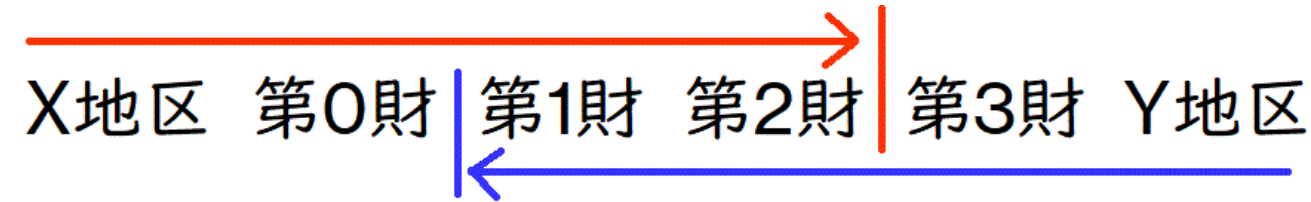


- 取り分たる図形の面積(三角形や長方形の面積で導出)の変動等で分析⇒各位置取りを出すのに1次関数や2元1次連立方程式利用⇒桁数がずれても同じマーク数を塗るように、整数でなく小数第2位までで掛け算部は事実上九九で計算させる形に出題する。

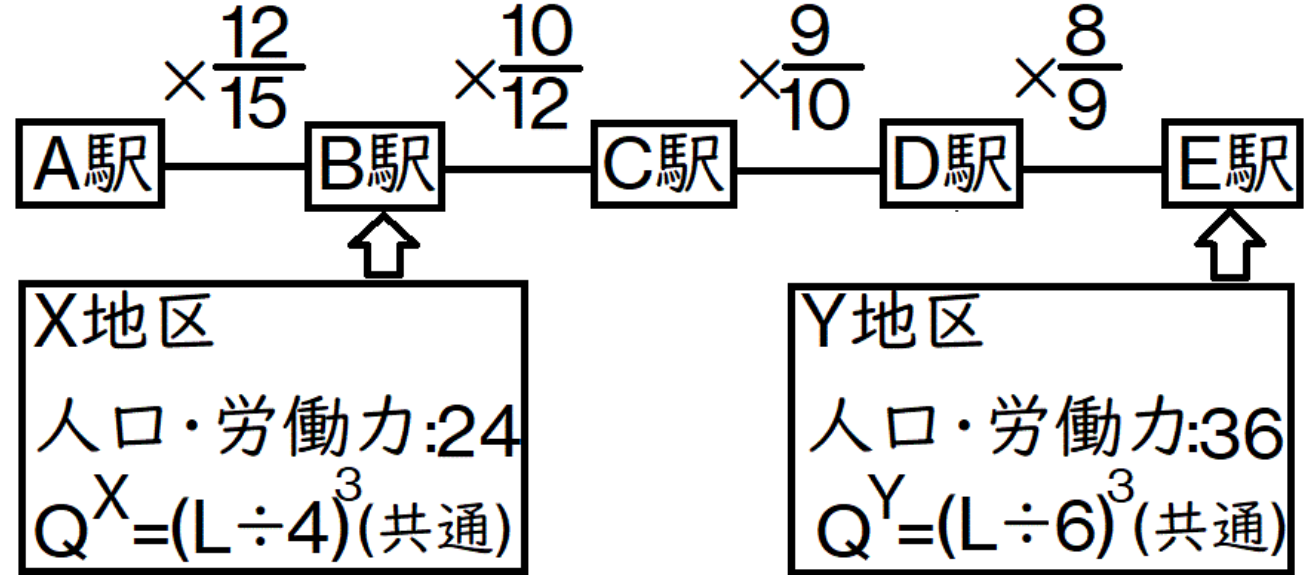
取り組みその3:複数の生産要素による貿易

- 生産要素の国内の比率を比べて比較的豊富にある要素に頼りがちな財の生産に偏らせ、交換するとお互いに豊かに。
- 本来は累乗等必要な生産関数⇒「両方の生産要素がそれぞれこの比率で用意されないと作れず、この量が作られる」タイプの微分不要な生産関数(レオンチェフ型)を利用して**2元1次連立方程式で各生産量が解ける形**を主に利用する。
- 2元1次連立方程式は関数電卓なら解くプログラムがあっても多くの学生は不所持。普通の電卓ならあまり有益に作用せず、**電卓を持っていても手計算で書き出して求めがち**。
⇒解が1桁自然数(正)とした上で、電卓・関数電卓可とし、多くの学生さんは**電卓を持っていても持っていないでも計算時間に差が余り出ず**、関数電卓なら差が出るがまず不所持、という形にして、電卓あり/なしは個々人で本当に選ぶ形に。

取組その4:微積分を回避した新貿易理論



X地区では第3財のみ作れない,
Y地区では第0財のみ作れない



効用: (各財の消費量+1)の積 [共通]

X地区 → Y地区に第0財・第1財を15ずつ送る。

Y地区 → X地区に第2財・第3財を15ずつ送る。

2地区 (X,Y) 4財(第0財-第3財)

モデル:収穫逓増の性質を使うには労働力の集中が必要。**3財生産 ⇒ 2財生産**として集中させ、相手の2財を加えて**4財消費可**。

3財生産にするには異なる財を各地区では生産できない設定。

消費しない財を許すため、効用関数は(各財の消費量+1)の積。

鉄道:1次元の立地選択+輸送費。

2-3乗:九九で計算が可能な**収穫逓増**にした生産関数の形状。

終わりに

- 対面式試験ではスマホ禁止はやむを得ないが、関数電卓は高くて買おうとしない(cf. 小川(2017):加重相乗平均の加重相加平均による近似)ため、通常の電卓で(当日朝忘れても必要なら急いで買いに行くことも可能な)計算できる程度で、電卓は「最悪無くても」手計算できる状況にする重要性。
- 私は必要, 私は不要, という状況を人によって判断分ける位の問題にすることで、電卓を忘れたから貸し出さないと、という状況を回避できる。筆算は最後にどうしてもさせる部分は残すにしても、最初から筆算ばかりだと間に合わず。
- 計算は必要だし理解はしないと解けないがやればできる, という計算の難易度にするすることで、本来の目的である経済学的な理解に集中させられるが丸暗記も防ぎ易い。
- 御清聴頂き有難うございました。