練習問題解答例

第 1 章　需要と供給

【基本問題】

1-1　C 君のリンゴに対する需要曲線は，彼のリンゴに対する評価額を描いた曲線そのものであり，図 A1-1 のとおりです。また，4 人の需要を合計した総需要曲線は図 A1-2 に示されています。

図 A1-1　C 君のリンゴに対する需要曲線

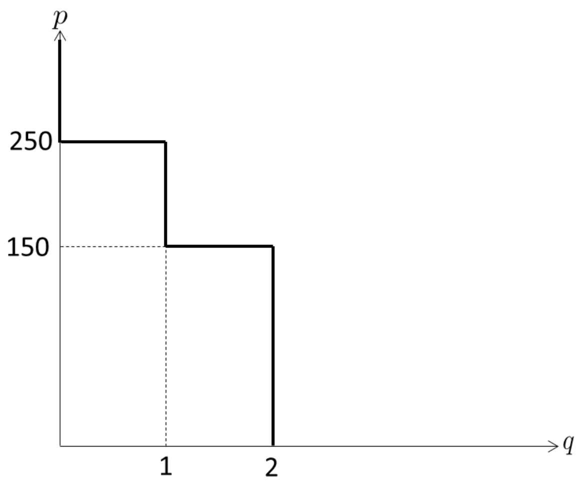
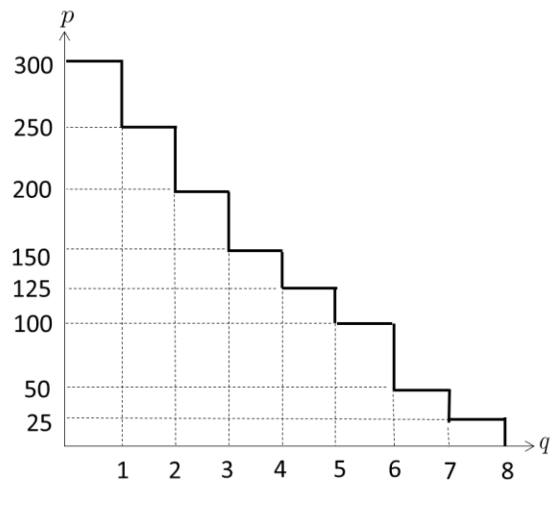


図 A1-2　リンゴに対する総需要曲線

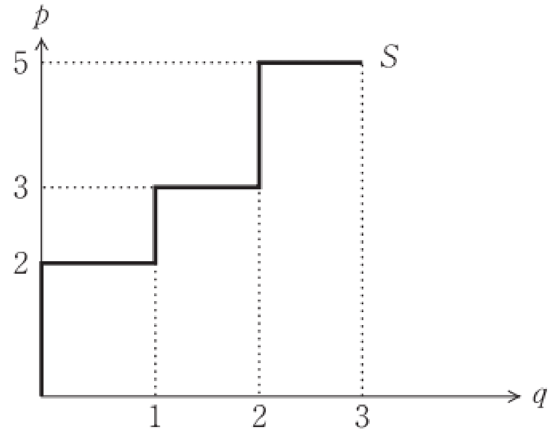


1-2　限界費用は，表 A1-1 に示されているように計算されます。また，それに対応する供給曲線は図 A1-3 のとおりです。

表 A1-1　限界費用

生産量	0	1	2	3
総費用	10	12	15	20
限界費用		2	3	5

図 A1-3　供給曲線



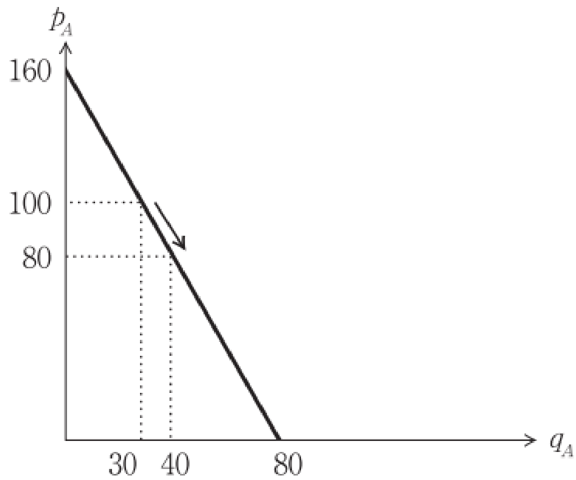
1-3

(a)　リンゴの需要関数に I=20 と $p_B = 80$ を代入して，

$$q_A = 80 - \frac{1}{2}p_A \quad (1)$$

を得ます。この関数のグラフである需要曲線は，図 A1-4 に描かれています。また，$p_A = 100$ のときは $q_A = 30$ となるのがわかります。

図 A1-4　価格下落の効果



(b)　リンゴ価格が p_A=80 になると，(1) 式から q_A=40 となるのがわかります。この変化は，図 A1-4 に示されているように，需要曲線上の変化となります。

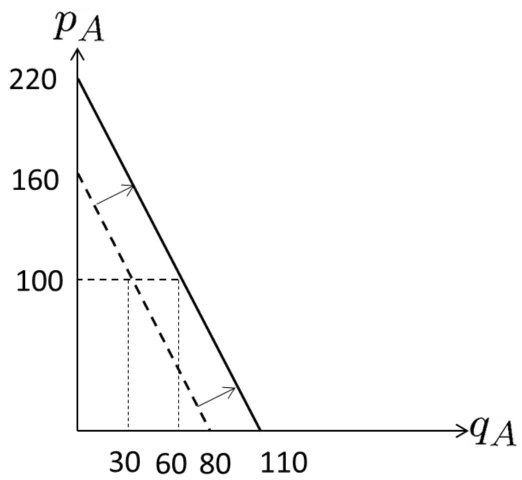
(c)　所得が I=30 になると，需要関数は

$$q_A = 110 - \frac{1}{2} p_A \tag{2}$$

になります。図 A1-5 は，所得の上昇によって需要曲線が外側にシフトする様子を表しています。

p_A = 100 を（2）式に代入すると q_A = 60 となり，所得の上昇により消費量が増加するのがわかります。またこの変化は，図 A1-5 に示されているように，需要曲線のシフトによるものです。

図 A1-5　所得上昇の効果



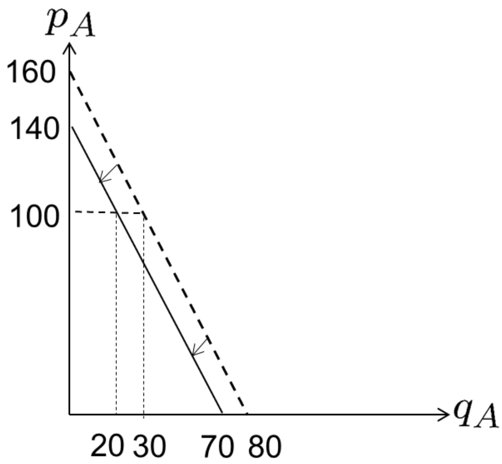
(d)　I=20 と p_B=40 を需要関数に代入すると，

$$q_A = 70 - \frac{1}{2} p_A \tag{3}$$

となります。図 A1-6 に描かれているように，リンゴの代替財であるバナナの価格が下落すれば，需要曲線は左へシフトします。

p_A=100 を（3）式に代入すると q_A=20 となり，バナナの価格が下落すると，需要曲線が左へシフトし，その結果消費量が減少するのがわかります。

図 A1-6　バナナ価格下落の影響

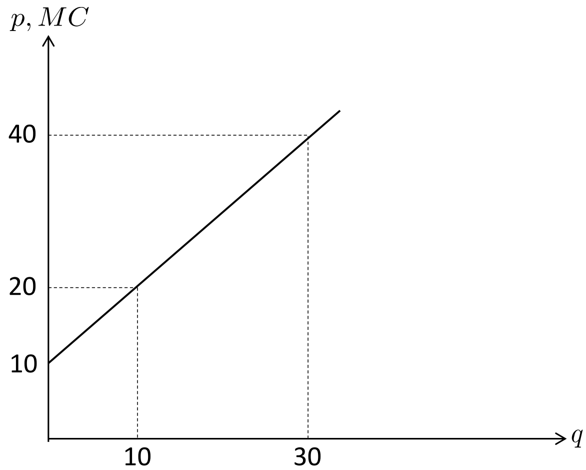


【応用問題】

1-4

(a)　$w=1$，$a=1$のとき，限界費用は$MC=10+q$となります。限界費用曲線は図 A1-7 のとおりです。

図 A1-7　リンゴの限界費用曲線

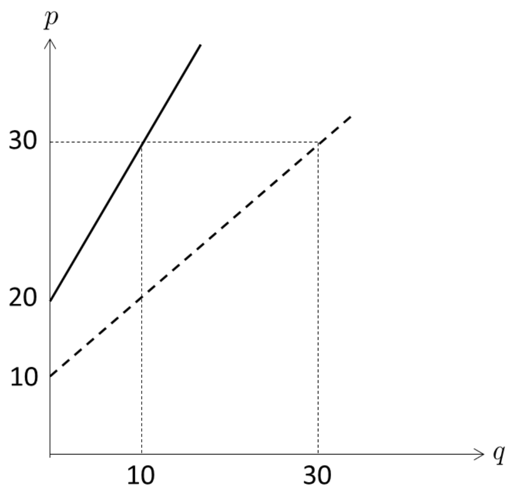


(b)　供給関数は限界費用関数と一致するので，$p=10+q$となります。通常，供給関数は供給量qを価格pの関数として記述するため，より正確には$q=p-10$です。供給曲線は供給関数のグラフであり，それは，図 A1-7 の限界費用曲線に一致します。

(c)　供給関数$q=p-10$に$p=20$と$p=40$を代入し，それぞれ$q=10$と$q=30$を得ます。この様子は，図 A1-7 に描かれています。

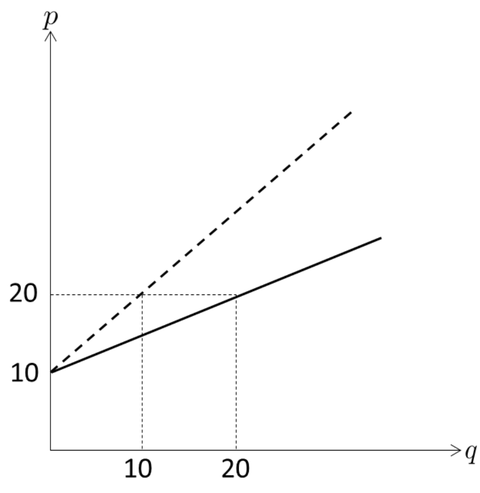
(d)　$w=2$，$a=1$を限界費用関数に代入し$MC=p$とすると，$p=2(10+q)$，もしくは$q=\frac{1}{2}p-10$を得ます。これに$p=40$を代入するとリンゴの供給量は$q=10$となるのがわかります。図 A1-8 に描かれているように，賃金率の上昇による生産量の変化は，供給曲線のシフトによって表されます。

図 A1-8　賃金率上昇による供給曲線のシフト



(e)　$w=1$，$a=2$を限界費用関数に代入し$MC=p$とすると，$p=10+\frac{1}{2}q$，もしくは$q=2p-20$を得ます。これに$p=20$を代入するとリンゴの供給量$q=20$を求められます。図 A1-9 に描かれているように，賃金率の上昇による生産量の変化も，供給曲線のシフトによって表されます。

図 A1-9　生産性上昇による供給曲線のシフト

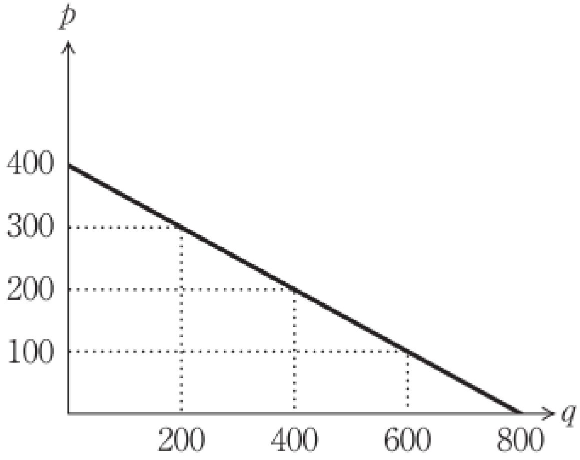


1-5　総需要をQとすると，Qは各消費者の需要量qの 100 倍になります。つまり$Q = 100q$が成立し，その結果，総需要関数は$Q = 100(8 - p)$となります。

次に，$p = 6$のときの各消費者の需要の価格弾力性を求めましょう。$p = 6$を需要関数に代入すると，$q = 2$を得ます。したがって，$p/q = 3$となります。他方，$dq^D/dp = -1$となるため，(1-3)式から，需要の価格弾力性は$e^D = 3$となります。100 人の消費者の需要を合計した総需要の場合はどうでしょうか？まず，$Q = 100(8 - p)$から，$p = 6$のときは$Q = 200$となり，$p/Q = 3/100$となるのがわかります。他方，$dQ/dp = -100$なので，需要の価格弾力性は，やはり$e^D = (-1) \times (-100) \times (3/100) = 3$となります。価格が 1%上昇したとき一人ひとりの需要は 3%減少します。そして，すべての消費者の需要がそれぞれ 3%ずつ減少するならば，それらの需要を合計した総需要もまた，3%減少するのです。

1-6　図 A1-10 は，この財の需要曲線を描いています。

図 A1-10　需要の価格弾力性



$p = 100$ の 1%は 1 円です。需要関数に $p = 101$ を代入すると，価格が 100 円から 1%上昇すれば，需要量は $q = 600$ から $q = 598$ に 2 単位減少するのがわかります。つまり，需要量は(2÷600)×100=1/3%減少します。価格が 1%上昇したときの需要量の下落率（%）が需要の価格弾力性なので，この場合需要の価格弾力性は 1/3 であることがわかります。

$p = 200$ のときは，1%の価格上昇は価格が 2 円上昇することを意味しており，需要関数から，このとき需要は 4 単位減少することがわかります。$p = 200$ のときの需要量は $q = 400$ なので，これは需要量の 1%の減少を意味しています。したがってここでは，需要の価格弾力性は 1 となります。

$p = 300$ のときも同様です。1%の価格上昇により価格は 3 円上昇し，その結果需要量は 6 単位減少します。$p=300$ のときの需要量は $q=200$ なので，この減少幅は需要量の 3%にあたります。したがって，このときの需要の価格弾力性は 3 となります。

さて，以上の分析から，もとの価格が高くなればなるほど，同じ 1%の変化でも価格の上昇幅は大きくなるのがわかります。したがって，対応する需要量の変化も自然と大きくなります（とくに，需要曲線が直線ならば，価格の変化幅が大きいほど需要の変化幅も大きくなります)。他方，もとの価格が高いほど対応する需要量は少なくなっています。したがって，少ない需要量のときに需要量が大きく変化することになり，需要量の変化率は，もとの価格が高いほど大きくなるのです。もちろんこのことは，もとの価格が高いほど需要の価格弾力性が高くなることを意味しています。

最後に本文（25 ページ）の（1-3）式を用いて需要の価格弾力性を計算してみましょう。まず，需要関数を p について微分すると，p の値にかかわらず $dq/dp=-2$ となることに注意してください。したがって, 価格が p のときの需要の価格弾力性を $e^D(p)$ と書くならば，それぞれのケースにおける需要の価格弾力性は次のようになります。

$$e^D(100) = -\frac{dq}{dp}\frac{p}{q} = 2 \times \frac{100}{600} = \frac{1}{3}$$

$$e^D(200) = 2 \times \frac{200}{400} = 1, \quad e^D(300) = 2 \times \frac{300}{200} = 3$$

これらの弾力性は，それぞれ先に求めた値と同じであることに注意してください。需要曲線が直線のときは，いずれに方法によっても同じ値が得られるのです。

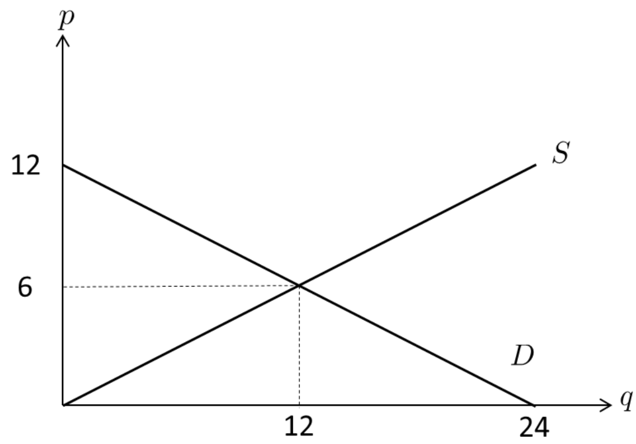
第 2 章　市場均衡

【基本問題】

2-1

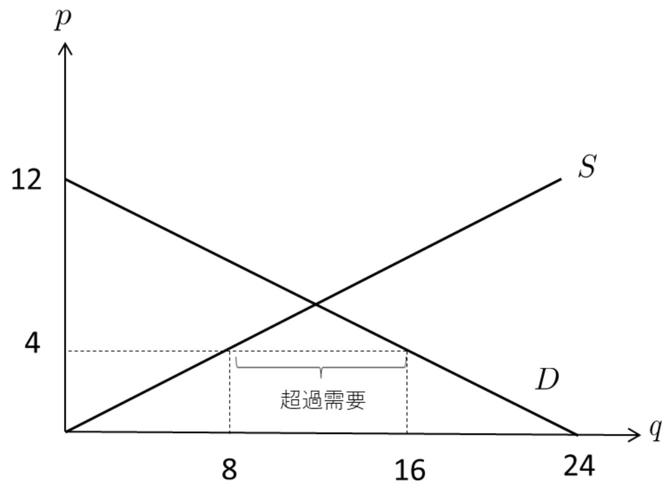
(a)

図 A2-1　需要曲線と供給曲線



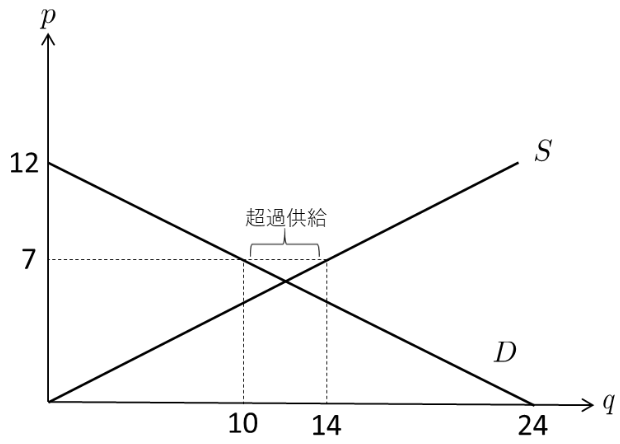
(b)　需要関数と供給関数のそれぞれに$p = 4$を代入して，$q^D = 16$，$q^S = 8$を得ます。このとき，$16 - 8 = 8$単位の超過需要が発生しています。超過需要が発生しているため，価格は$p = 4$から上昇していきます。この様子は，図 A2-2 に描かれています。

図 A2-2　超過需要



(c)　需要関数と供給関数のそれぞれに$p = 7$を代入して，$q^D = 10$，$q^S = 14$を得ます。このとき，$14 - 10 = 4$単位の超過供給が発生しています。超過供給が発生しているため，価格は$p = 7$から下落していきます。この様子は，図 A2-3 に描かれています。

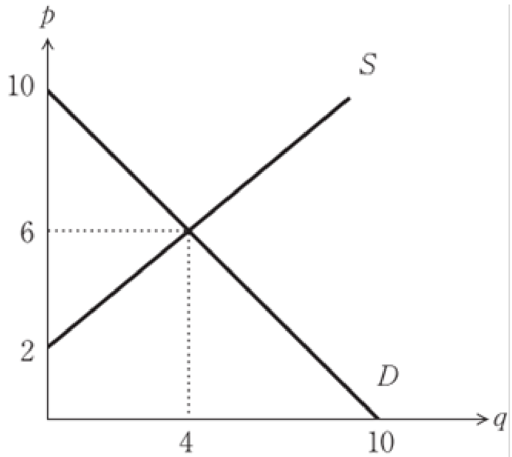
図 A2-3　超過供給



(d)　需給の一致は$24-2p=2p$で表され，これを解いて均衡価格$p=6$を得ます。この均衡価格を需要関数$q=24-2p$，もしくは供給関数$q=2p$に代入すると，均衡数量$q=12$が求められます。設問(b)と(c)で示されているように，価格が均衡価格より高い場合は価格に下落圧力が，低い場合は上昇圧力がかかるので，この均衡は安定的だと言えます。

2-2　需給が一致する価格は 10－p = p－2 から，p = 6 となります。これから均衡数量 q = 4 が求められます。均衡の様子は，図 A2-4 に表されています。

図 A2-4　市場均衡



プライス・フロアーが$\overline{p}$ = 4 のときは，下限価格が市場均衡価格を下回っているため，市場均衡価格はプライス・フロアー規制に抵触しません。したがって，このとき観察される価格は，市場均衡価格 p = 6 であり，このときの需要量と供給量はともに q=4 となります。そこでは需給が一致しているため超過需要量はゼロです。

それに対して，プライス・フロアーが$\overline{p}$=7 ならば，市場価格はプライス・フロアーを下

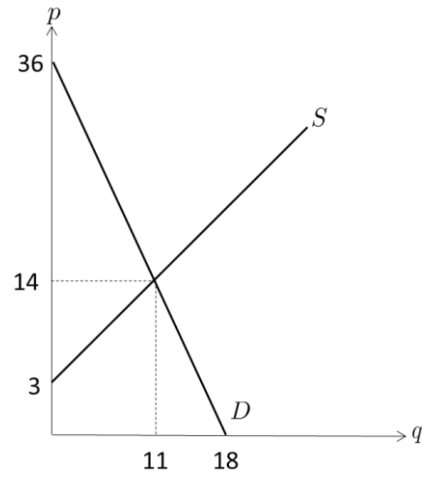
回り，規制に抵触します。したがって，観察される価格はプライス・フロアー価格である $\overline{p}$=7 となります。この価格を需要関数と供給関数に代入すれば，このときの需要量 q=3 と，供給量 q=5 が得られ，これらから超過需要量は−2 であるのがわかります。つまり，このとき 2 単位の超過供給が発生するのです。

2-3　需給が一致する価格は$18-(p/2)=p-3$から，$p=14$となります。均衡数量は$q=11$です。均衡の様子は，図 A2-5 に表されています。

プライス・シーリングが$\overline{p}$=10 のときは，市場均衡価格が上限価格上回り，プライス・シーリングが有効となります。このとき，需要量は$q=13$，供給量は$q=7$となり，6 単位の超過需要が発生します。

$\overline{p}=20$のときは，プライス・シーリングは市場価格を上回るため，市場均衡価格$p=14$のもとで需給が一致し，11 単位の財が取引されます。

図 A2-5　市場均衡



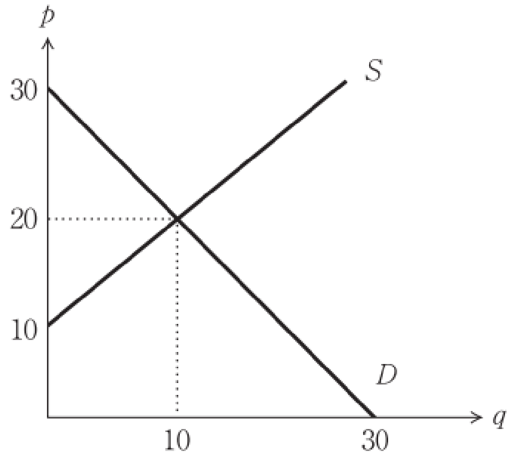
【応用問題】

2-4　需要関数と供給関数に I=10 と w=10 を代入すると，

$$D(p,10)=30-p,\quad S(p,10)=p-10$$

となります。$D(p,10)=S(p,10)$を解けば，市場均衡価格 $p=20$，そして $q=10$ が求められます。この均衡は，図 A2-6 に図示されています。

図 A2-6　市場均衡

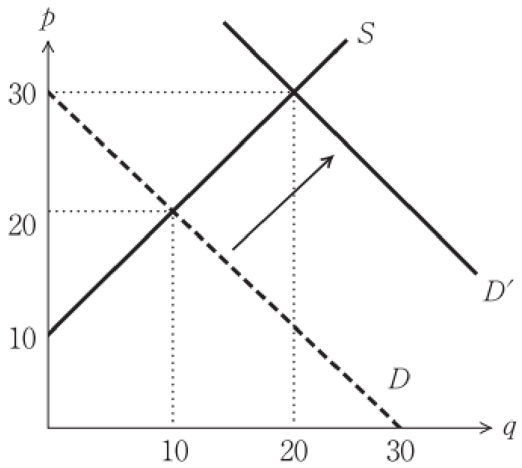


所得が $I = 20$ に上昇すれば，需要関数と供給関数はそれぞれ

$$D\,(p,20)=50-p,\quad S\,(p,10)=p-10$$

となります。その結果均衡価格は $p = 30$，均衡数量は $q = 20$ となり，価格・数量ともに上昇することがわかります。この需要拡大による均衡の変化は，図 A2-7 に描かれているように供給曲線上の動きとして表されます。

図 A2-7　所得増加の効果

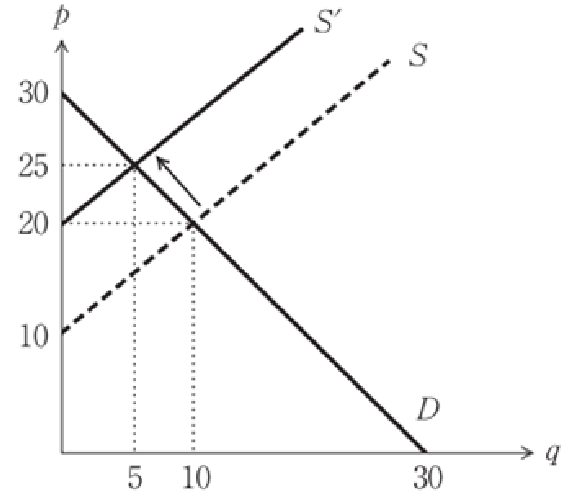


最後に，生産要素価格が $w = 20$ に上昇すれば，需要関数と供給関数はそれぞれ

$$D\,(p,10)=30-p,\quad S\,(p,20)=p-20$$

となります。その結果，均衡価格は $p = 25$，均衡数量は $q = 5$ となり，価格は上昇し数量は減少します。この供給縮小による均衡の変化は，図 A2-8 に描かれているように需要曲線上の動きとして表されます。

図 A2-8　生産要素価格上昇の効果



2-5　需給一致の条件は，$8-(p/3)=p-r$となるので，これを解いて，$p=6+(3r/4)$を得ます。この結果を需要関数，もしくは供給関数に代入すると$q=6-(r/4)$を得ます。これから，$r=4$のときは$p=9, q=5$，$r=8$のときは$p=12, q=4$，$r=12$のときは$p=15, q=3$となるのがわかります。

$r=4$のときの総収入は$p\times q=45$，$r=8$のときの総収入は$p\times q=48$となるので，rが 4 から 8 に上昇すると，総収入も上昇します。しかし，$r=12$のときの総収入は 45 なので，rが 8 から 12 に上昇にさらに上昇した場合，総収入は減少します。

2-6　需要関数を $p=20-2q$ と書き換えると，市場で実現する価格が数量の関数として表されます（これは需要関数の逆関数なので，逆需要関数と呼ばれています）。総収入 R は価格と数量の積 pq なので，供給量の関数として

$$R\,(q)=(20-2q)q$$

と表されます。この関数の導関数は，$R'(q)=20-4q$ となり，$q<5$ ならば $R'(q)>0$, $q>5$ ならば $R'(q)<0$ であるのがわかります。つまり，総収入 R は，$q<5$ のときは q の増加関数であり，$q>5$ のときは q の減少関数となります。

さて，需要の価格弾力性は $e^D=-(dq/dp)(p/q)$と計算されることを思い出してください。需要曲線が直線となるこの例では，dq/dp は需要関数 $q=10-(p/2)$の p の係数と一致し dq / $-dp=-1/2$ となります。これと $p=20-2q$ から，e^D は数量の関数として

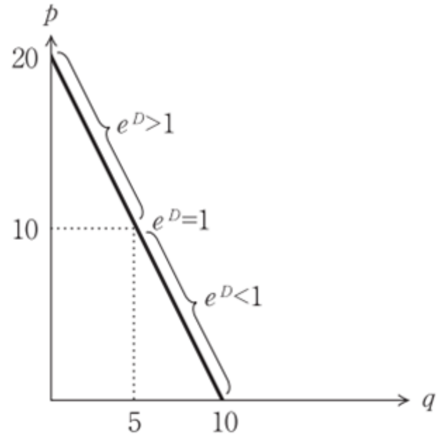
$$e^D=\frac{10-q}{q}$$

と表せることになります。これから，$e^D>1$ となるのは $10-q>q$ となる $q<5$ のときであり，$e^D<1$ となるのは $q>5$ のときであるのがわかります。

したがって，総収入 R が供給量 q の増加関数になるのは需要の価格弾力性 e^D が 1 より

大きいときで，減少関数になるのは需要の価格弾力性が 1 より小さいときであるのがわかります。図 A2-9 に示されているように，需要曲線が線形となるこのケースでは，需要曲線の中点で需要の価格弾力性が 1 になり，中点より右下では弾力性は 1 を下回り，左上では 1 を上回ることにも注意してください。

図 A2-9　需要の価格弾力性



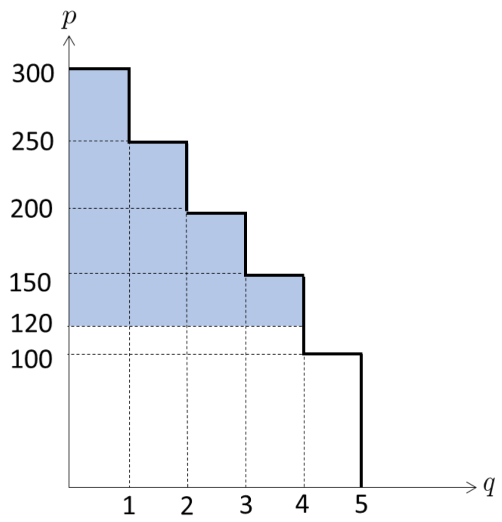
ここで，上述の問題 2-5 の総収入に関する結果を見直してみましょう。そこでは，rが 4 から 8 に上昇するとき総収入が減少することが示されました。この変化は，価格で言うと$p = 9$から$p = 12$の変化です。これは，需要曲線の中点より右下部分での変化であり，需要の価格弾力性は 1 を下回っています。このとき，価格の上昇，つまり数量の減少は，価格の大きな上昇につながり，その結果，総収入は増加するのです。それに対し，rが 8 から 12 に上昇するとき，均衡点は，需要の価格弾力性が 1 より大きくなる需要曲線の中点より左上部分を移動するため，数量の減少は価格の大幅な上昇につながらず，総収入は下落します。

第 3 章　市場の効率性と政府介入

【基本問題】

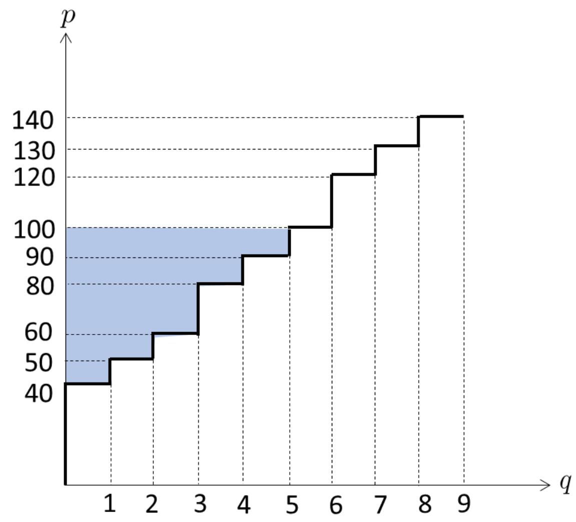
3-1　評価額が価格を上回る限りリンゴを購入するので，A さんは 2 個，B 君は 1 個，C さんは 1 個購入します（評価額と価格が等しいときは，購入するかもしれませんし，しないかもしれません）。したがって，総需要は 4 個です。A さんがリンゴの購入から得る余剰は，$(300-120)+(150-120)=210$円，B 君が得る余剰は，$250-120=130$円，C さんが得る余剰は$200-120=80$円となります。消費者余剰はそれらを合計した 420 円です。図 A3-1 では，需要曲線の下側で価格の上側である色付き部分の面積が，消費者余剰となります。

図 A3-1 リンゴ購入による消費者余剰



3-2　限界費用が価格以下ならば供給するので，農家 A は 2 個，農家 B は 2 個，農家 C は 2 個の合計 6 個が供給されます。（価格と限界費用が等しい場合は，生産者はそのリンゴを生産してもしなくても同じ利潤を得ます。そのような場合は生産しないとするならば，農家 C の供給量は 1 個となります。）農家 A が得る余剰は$(100-40)+(100-80)=80$円，農家 B が得る余剰は$(100-50)+(100-90)=60$円，農家 C が得る余剰は$(100-60)+(100-100)=40$円です。生産者余剰はそれらを合計した 180 円となります。図 A3-2 では，価格の下側で供給曲線の上側である色付き部分の面積が，生産者余剰となります。

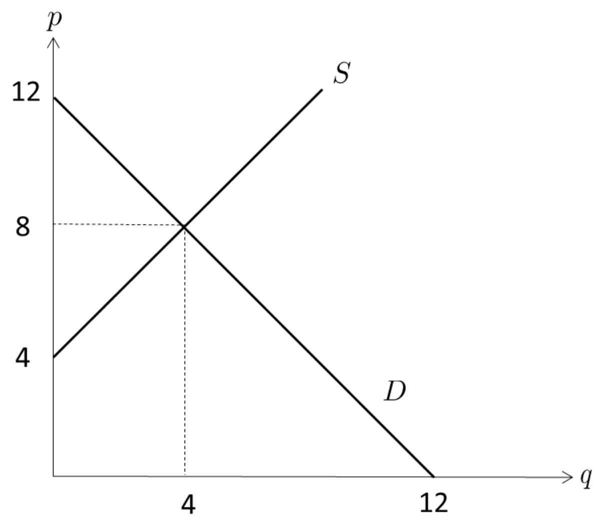
図 A3-2 リンゴ供給による生産者余剰



3-3

(a)　需要曲線と供給曲線は図 A3-3 のように描かれます。

図 A3-3　需要曲線と供給曲線



(b)　図 A3-3 から明らかなように，価格規制がない場合の均衡価格は 8 であり，プライス・シーリング$\bar{p} = 6$を上回ります。したがって，市場で実現する価格は 6 となります。このとき，需要量は$q = 12 - 6 = 6$，供給量は$q = 6 - 4 = 2$であり，取引数量はそれらのうち小さい方である 2 単位となります。この様子は図 A3-4 で示されています。需要曲線の下側で価格の上側の面積である消費者余剰は

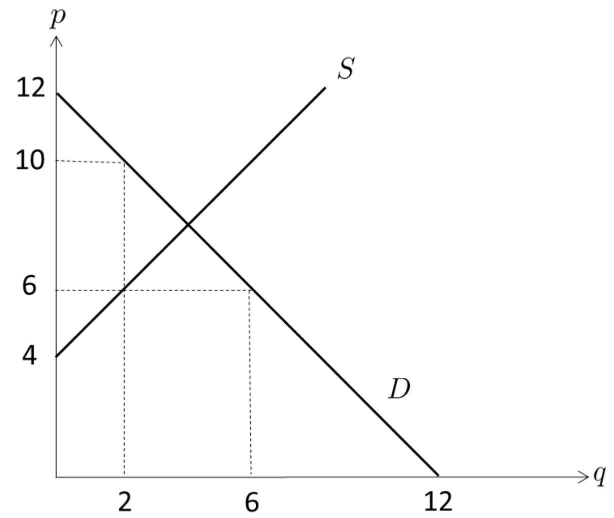
$$CS = \frac{1}{2} \times 2 \times [(12-6)+(10-6)] = 10$$

であり，生産者余剰は

$$PS = \frac{1}{2} \times 2 \times (6-4) = 2$$

です。政府余剰はゼロなので，総余剰は$10+2+0=12$となります。

図 A3-4　プライス・シーリング



プライス・シーリングが$\bar{p}=10$ならば，市場均衡価格 8 はこの規制に抵触しません。したがって，図 A3-3 に示されているように，価格 8 のもと，4 単位の財が生産・消費されます。このとき，消費者余剰，生産者余剰は

$$CS = PS = \frac{1}{2} \times 4 \times 4 = 8$$

であり，政府余剰はゼロなので，総余剰は$8+8+0=16$となります。

(c)　市場均衡価格 8 は$\bar{p}=6$を上回っているためプライス・フロアー規制に抵触しません。したがって，価格は 8，取引量は 4 となります。問題(b)で求めたように，この均衡では，消費者余剰，生産者余剰，政府余剰，総余剰はそれぞれ，8，8，0，16 です。

プライス・フロアーが$\bar{p}=10$のときは，市場で観察される価格は規制をちょうど満たす 10 となります。図 A3-4 から，このケースでは，供給量は需要量である 2 単位を上回るのがわかります。市場は超過供給にありますが，プライス・フロアー規制のため，価格は 10 となり，2 単位の財が取引されます。消費者余剰は

$$CS = \frac{1}{2} \times 2 \times (12 - 10) = 2$$

であり，生産者余剰は

$$PS = \frac{1}{2} \times 2 \times [(10 - 4) + (10 - 6) = 10$$

です。政府余剰はゼロなので，総余剰は$2 + 10 + 0 = 12$となります。

【応用問題】

3-4　市場均衡価格は，20－2p = 2p から，p=5 となります。これから均衡数量は，q = 10 となるのがわかります。図 A3-5 に示されているように，市場均衡における消費者余剰，生産者余剰，政府余剰はそれぞれ

$$CS = \frac{1}{2} \times 10 \times 5 = 25, \quad PS = \frac{1}{2} \times 10 \times 5 = 25, \quad GS = 0$$

であり，その結果総余剰は TS=25+25+0=50 となります。

従量税率 4 の消費税がこの財の取引に課されると，p_c=p_p+4 という関係が成立します。したがって，需給均衡条件は 20－2(p_p+4)=2p_p と書け，これから p_p=3，p_c=7 が得られます。そして均衡数量は q=6 となります。図 A3-6 に示されているように，このときの消費者余剰，生産者余剰，政府余剰はそれぞれ

$$CS = \frac{1}{2} \times 6 \times (10 - 7) = 9, \quad PS = \frac{1}{2} \times 6 \times 3 = 9, \quad GS = 4 \times 6 = 24$$

となります。総余剰は TS＝9+9+24＝42 であり，これは消費税のない市場均衡下での総余剰 50 を下回っています。

図 A3-5　市場均衡

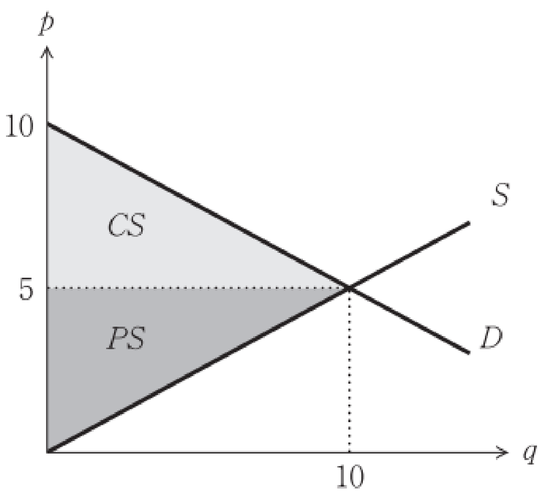
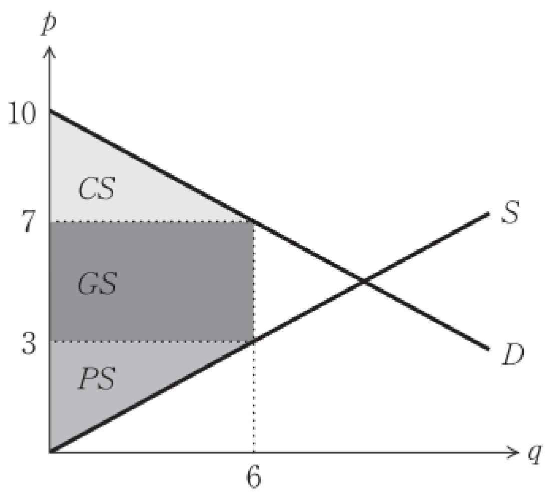


図 A3-6　消費税の効果



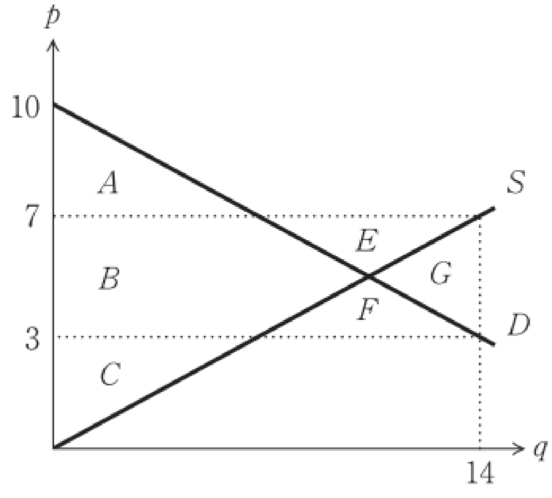
従量税率 4 の生産補助金が与えられるならば，生産者は財 1 単位の生産につき，消費者から p_c ほど受け取り，政府からは補助金 4 を受け取ります。したがって，$p_p = p_c+4$ という関係が成立します。需給均衡条件は $20-2p_c = 2(p_c+4)$となり，これから $p_c = 3$，$p_p = 7$ が得られます。そして均衡数量は $q = 14$ となります。図 A3-7 に示されているように，このときの消費者余剰は，需要曲線の下側で p_c=3 より上の三角形の面積である $A+B+F$，生産者余剰は供給曲線より上で $p_p = 7$ より下の三角形の面積である $B+C+E$，政府余剰は従量税率と均衡数量をかけた面積分だけマイナスになり$-(B+E+F+G)$と表されます。すなわち，消費者余剰，生産者余剰，政府余剰はそれぞれ

$$CS = \frac{1}{2} \times 14 \times (10-3) = 49$$

$$PS = \frac{1}{2} \times 14 \times 7 = 49, \quad GS = -4 \times 14 = -56$$

と計算されます。総余剰$(A+B+C-G)$は TS=49+49−56=42 であり，これは生産補助金のない市場均衡下での総余剰 50 を下回っています。

図 A3-7　生産補助金の効果



3-5　従価税率 t=0.5 の消費税が課されると，消費者価格 p_c と生産者価格 p_p の間に $p_c=1.5p_p$ という関係が成立します。この関係を用いて需給の均衡条件を書くと，

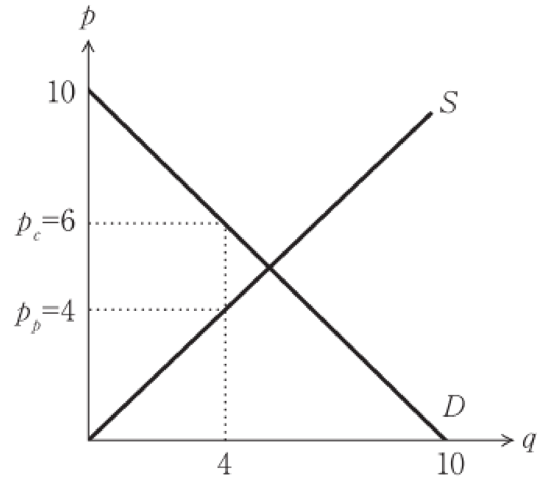
$$10-1.5p_p = p_p$$

となるので，これから $p_p = 4$ と，そして p_c =1.5×4=6 が得られます。また，図 A3-8 に描かれているように，需要関数に $p_c = 6$ を代入するか，または供給関数に $p_p = 4$ を代入することにより，$q = 4$ となるのもわかります。

経済効果が等しい従量税率は，均衡消費者価格と均衡生産者価格の差として求められ

ます。すなわち，従量税率 $t=p_c-p_p=2$ の消費税を課すならば，その経済効果は，ここで考察した消費税の効果と同一になるのです。

図 A3-8　従価税方式による消費税の効果



3-6　需要関数と供給関数を，それぞれ縦軸変数である p について解くと

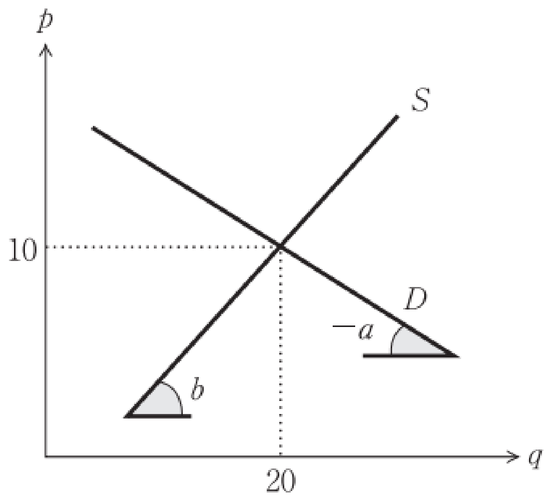
$$p=10+20a-aq,\quad p=10-20b+bq$$

となるため，図 A3-9 に表されているように，需要曲線の傾きは $-a$ で，供給曲線の傾きは b となることがわかります。市場均衡価格は，需給が一致する条件

$$20+\frac{10-p}{a}=20+\frac{p-10}{b}$$

から，$p=10$ と求められ，これから均衡数量は $q=20$ となることもわかります。

図 A3-9　消費税の実質負担



さて，従量税率 t の消費税が課されると，消費者価格と生産者価格の間に $p_c=p_p+t$ という関係が成立します。需給の均衡条件は，

$$20+\frac{10-(p_p+t)}{a}=20+\frac{p_p-10}{b}$$

となり，これから

$$p_p=10-\frac{b}{a+b}t,\quad p_\mathrm{c}=10+\frac{a}{a+b}t$$

が求められます。そして，消費者による消費税負担は，消費者価格と課税前に消費者が直面していた市場均衡価格の差である

$$p_\mathrm{c}-10=\frac{a}{a+b}t$$

と表され，生産者による負担は，課税前に生産者が直面していた市場均衡価格と課税により下落した生産者価格との差である

$$10-p_p=\frac{b}{a+b}t$$

と表されます。したがって，$a>b$ のとき（需要曲線の方が供給曲線より傾きが急なとき，つまり需要の価格弾力性が供給の価格弾力性を下回るとき）は消費者による負担の方が大きく，$a<b$（供給曲線の方が需要曲線より傾きが急，つまり供給の価格弾力性が需要の価格弾力性を下回るとき）ならば生産者の負担の方が大きいことわかります。

第 4 章　市場の失敗と政府の役割

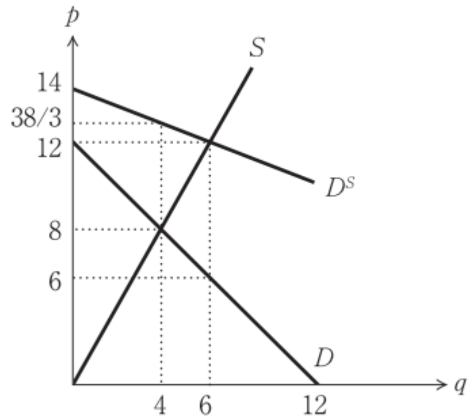
【基本問題】

4-1　まずは，需要関数と供給関数をそれぞれ p について解き，$p = 12 - q, p = 2q$ と書きましょう。q 単位目の消費の社会的評価額は，それを消費する消費者の評価額と限界外部性の和となるため，

$$(12 - q) + \left(2 + \frac{2}{3}q\right) = 14 - \frac{1}{3}q$$

となります。この社会的評価額がその高さとなる社会的需要曲線 D^S は，需要曲線と供給曲線とともに図 A4-1 に描かれています。

図 A4-1　正の消費外部性



最適消費量は社会的需要曲線と供給曲線の交点で与えられ，$14 - (1/3)q = 2q$ から $q = 6$ であるのがわかります。このときの総余剰は，これらの曲線に挟まれた領域の面積なので，

$$TS = \frac{1}{2} \times 6 \times 14 = 42$$

となります。

市場均衡は，需要曲線と供給曲線の交点で与えられ，$12 - q = 2q$ から $q = 4$ が均衡数量となります。そしてこのときの価格は $p = 8$ です。消費者余剰，生産者余剰，外部効果はそれぞれ

$$CS = \frac{1}{2} \times 4 \times (12 - 8) = 8, \quad PS = \frac{1}{2} \times 4 \times 8 = 16$$

$$外部効果 = \frac{1}{2} \times 4 \times \left\{(14 - 12) + \left(\frac{38}{3} - 8\right)\right\} = \frac{40}{3}$$

となり，これらの和である総余剰は，$TS = 112/3$ となります。市場均衡で実現する総余剰は最適値を下回っていることを確認してください。

最適消費量を実現する政策は，従量補助金率 6 の消費（もしくは生産）補助金です。この補助金により，消費者価格 p_c と生産者価格 p_p の間には，$p_c = p_p-6$ という関係が成立し，需要と供給の均衡条件 $12-(p_p-6)=p_p/2$ から $p_p=12$ であるのがわかります。消費者価格は $p_c=12-6=6$ となります。そしてこのときの数量は $q=6$ です。消費者余剰，生産者余剰，政府余剰，そして外部効果は

$$CS=\frac{1}{2}\times 6\times(12-6)=18,\quad PS=\frac{1}{2}\times 6\times 12=36$$

$$GS=-6\times(12-6)=-36$$

$$\text{外部効果}=\frac{1}{2}\times 6\times\{(14-12)+(12-6)\}=24$$

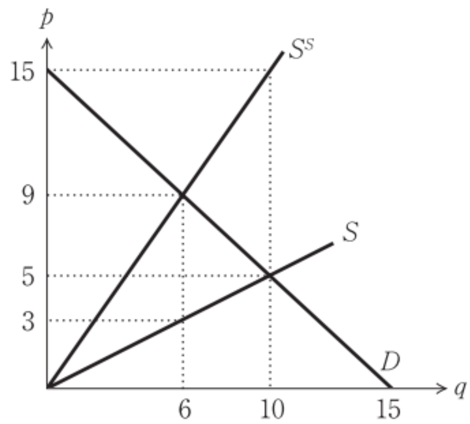
であり，それらの和である総余剰は TS=42 となります。この総余剰は最適消費量のもとで実現する総余剰と一致しています。

4-2　需要曲線と供給関数をそれぞれ p について解き，$p=15-q, p=q/2$ と書きましょう。q 単位目の社会的限界費用は，生産者が直面する限界費用から限界外部性を差し引いたものとなるため，

$$\frac{1}{2}q+q=\frac{3}{2}q$$

となります。この社会的限界費用がその高さとなる社会的供給曲線 S^S は，需要曲線と供給曲線とともに図 A4-2 に描かれています。

図 A4-2　負の生産外部性



最適生産量は需要曲線と社会的供給曲線の交点の数量であり，$15-q=(3/2)q$ から q=6 となります。このときの総余剰は，これらの曲線に挟まれた領域の面積なので，

$$TS=\frac{1}{2}\times 6\times 15=45$$

となります。
市場均衡は，需要曲線と供給曲線の交点で与えられ，15－q = q/2 から q = 10 が均衡数量となります。そしてこのときの価格は p = 5 です。消費者余剰，生産者余剰，外部効果はそれぞれ

$$CS = \frac{1}{2} \times 10 \times (15 - 5) = 50, \quad PS = \frac{1}{2} \times 10 \times 5 = 25$$

$$外部効果 = -\frac{1}{2} \times 10 \times (15 - 5) = -50$$

となり，これらの和である総余剰は，TS = 25 となります。市場均衡で実現する総余剰は最適値を下回っていることを確認してください。

最適生産量を実現する政策は，従量税率 6 の生産（もしくは消費）税です。この税により，消費者価格 p_c と生産者価格 p_p の間には，$p_c = p_p$+6 という関係が成立し，需要と供給の均衡条件 15－(p_p+6) = 2p_p から p_p = 3 であるのがわかります。消費者価格は p_c=9 となります。そしてこのときの数量は q = 6 です。消費者余剰，生産者余剰，政府余剰，そして外部効果は

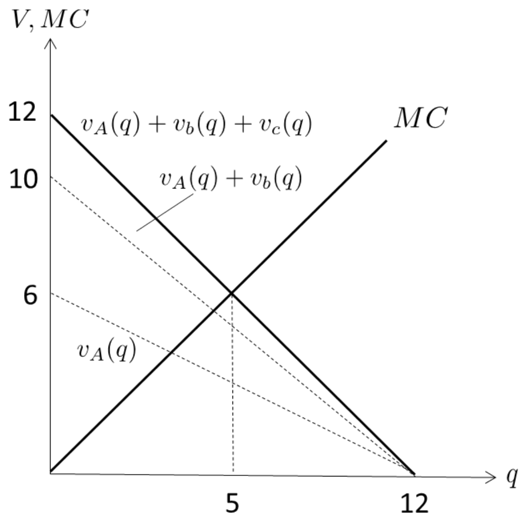
$$CS = \frac{1}{2} \times 6 \times (15 - 9) = 18, \quad PS = \frac{1}{2} \times 6 \times 3 = 9$$

$$GS = 6 \times (9 - 3) = 36, \quad 外部効果 = -\frac{1}{2} \times 6 \times 6 = -18$$

であり，それらの和である総余剰は TS = 45 となります。この総余剰は最適消費量のもとで実現する総余剰と一致しています。

4-3　コミュニティ全体の（限界的）評価額は３人の評価額を足した$V(q) = v_a(q) + v_b(q) + v_c(q) = 12 - q$となります。公共財の最適な供給量は$V(q) = MC(q)$となる$q$なので，$12 - q = q$から$q = 6$となります。そして，リンダール均衡で各消費者が直面する価格は，それぞれの（限界的）評価額に他ならないので，この場合，A さん，B 君，C さんが直面する価格は，それぞれ$p_a = v_a(6) = 3$，$p_b = v_b(6) = 2$，$p_c = v_c(6) = 1$となります。価格の和が$V(6)$，そして$MC(6)$に等しいことを確かめてください。図 A4-3 はこのリンダール均衡を表しています。

図 A4-3　リンダール均衡



【応用問題】

4-4　市場均衡では川上化学は自らの利潤を最大化する生産量を選択するので，均衡生産量は最大の利潤 11 億円をもたらす 4 単位となります。

生産調整について両者が交渉するときは，両者はまず両者の合計利潤を最大化することを考え，それからその最大化された合計利潤をどう分配するか交渉するでしょう。つまり，交渉の結果選択される川上化学の生産量は，合計利潤を最大化する 2 単位となります。そしてその結果，両社の合計利潤は 8+6=14 億円となります。

川上化学は，合意を破棄し 4 単位生産することにより利潤 11 億円を得ることができるので，少なくともそれだけの利潤を最終的に確保しようとするでしょう。つまり，2 単位の生産から利潤 8 億円を得るとともに，最低 11－8=3 億円の補償を川下水産から得ようとします。逆に川下水産は，合意に達しなければ利潤は 1 億円となるので，川上化学の生産量が 2 単位に抑えられるときの利潤から，6－1=5 億円までならば川上化学に支払ってもよいと考えるでしょう。

交渉の結果，川上化学の生産量は，負の生産外部性を内部化したときの最適生産量である 2 単位に落ち着きます。同時に川下水産から川上化学に補償金が支払われ，その補償額は 3 億円から 5 億円までの間のいずれかの水準に決まります。

4-5

(a)　各国とも限界便益がゼロになるまで排出するので，A 国の排出量は 24，B 国の排出量は 16 となります。

(b)　初期量より 25%少ない排出量が各国の持つ排出権となるので，A 国の排出権は $24 \times (3/4) = 18$単位，B 国の排出権は$16 \times (3/4) = 12$単位となります。このときの限界便

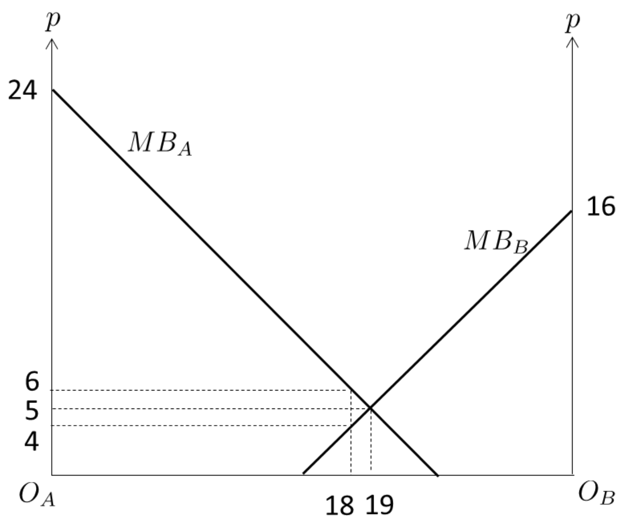
益は，A 国は$MB_A(18) = 6$，B 国は$MB_B(12) = 4$です。したがって，排出権は，限界便益の低い B 国から限界便益の高い A 国に売られることになります。

各国は，排出権価格が限界便益を上回るならば，限界便益を得る代わりに売却による利益を得ようと排出権を売るでしょう。逆に，排出権価格が限界便益を下回れば，排出権をさらに買おうとするでしょう。したがって，均衡では，各国の限界便益が排出権価格と等しくなります。A 国の排出量をq_A，B 国の排出量をq_Bとすれば，$q_A + q_B$は総排出量である$18 + 12 = 30$なので，$q_B = 30 - q_A$と書けます。この関係を用いると，両国の限界便益が等しくするq_Aは，$MB_A(q_A) = MB_B(30 - q_A)$となる$q_A = 19$であるのがわかります。このとき，$q_B = 30 - 19 = 11$です。A 国の排出権は 18 単位，B 国の排出権は 12 単位なので，B 国が A 国に 1 単位の排出権を売却しています。そして，その価格は，各国の限界便益に等しい$MB_A(19) = MB_B(11) = 5$となります。

排出権取引市場の均衡は，図 A4-4 のように表すことができます。A 国の限界便益は，O_Aを原点として右下がりの直線で表されています。これに対して B 国は，O_Bを原点として，横軸上を左に行くほど排出量が多くなるように描かれており，そのため限界便益は右上がりの直線となっています。O_AとO_Bの間の距離は，両国を合わせた総排出量である 30 です。

排出権の当初の配分点は，O_Aを原点としてみたときの 18 で表されています。その点は，B 国の原点であるO_Bから左へ 12（B 国への配分量）の距離にあります。また，その配分点では，A 国と B 国の限界便益はそれぞれ 6 と 4 になっているのがわかります。そして，両国の限界便益が等しくなるのは，A 国が 19 単位，B 国が残りの 11 単位排出するときであり，そのときの各国の限界便益は 5 になることが示されています。

図 A4-4　排出権取引市場均衡



(c)　排出量を 50%削減するときは，A 国には 12 単位，B 国には 8 単位の排出権が割り当て

られます。排出量の合計は 20 単位になり，$MB_A(q_A) = MB_B(20 - q_A)$から，$q_A = 14$，$q_B = 20 - 14 = 6$となるのがわかります。均衡では，B 国が A 国に 2 単位の排出権を売却しています。そして，その価格は，各国の限界便益に等しい$MB_A(14) = MB_B(6) = 10$となります。

各国の二酸化炭素排出の需要は限界便益曲線で表されています。この需要関数が変化しないのに対して，排出権の供給は 30 単位から 20 単位に減少しています。この需給の変化を反映して，排出権価格は 5 から 10 に上昇したのです。

4-6　公共財とは違い，排除性を有するクラブ財は，価格分の支払いをしない人に対して消費を制限することができます。金額の単位を千円とすると，入場者数は，価格が 2 以下ならば 4000 人，2 より高く 3 以下ならば 3000 人，3 より高く 6 以下ならば 2000 人，6 より高く 8 以下ならば 1000 人, 8 より高ければ 0 人となります。クラブ財は非競合的なので，入場者数に関わらず供給する量（ピカソの作品数）は変わらず，開催費用も一定です。したがって，利潤を最大化するには，収入を最大化すればよいことがわかります。

価格を 2 以下に設定する限り，入場者数は 4000 人で変わりません。したがって，価格が 2 以下の範囲では，利潤を最大化する価格は 2 であり，このときの収入は$2 \times 4000 = 8000$となります。同様に，価格が 2 より高く 3 以下の範囲では，利潤最大化価格は 3 で，収入は$3 \times 3000 = 9000$です。価格が 3 より高く 6 以下の範囲では, 利潤最大化価格は 6, 収入は$6 \times 2000 = 12000$，価格が 6 より高く 8 以下の範囲では，利潤最大化価格は 8，収入は$8 \times 1000 = 8000$となります。最後に，価格が 8 を超えると，入場者数は 0 となり，収入も 0 です。これから，収入，そして利潤を最大化する価格は 6 で，そのときの収入は 12000 となるのがわかります。

この収入が開催費用以上であるならば，ピカソ展は開催されるでしょう。したがって，費用が 600 万円, すなわち 6000 千円のときや 10000 千円のときは開催されます。しかし，費用が 14000 千円のときは開催されません。

第 5 章　企業行動と財の供給

【基本問題】

5-1　固定費用は，生産量が 0 のときの総費用ですから，60 となります。

表 A5-1　リンゴの生産費用

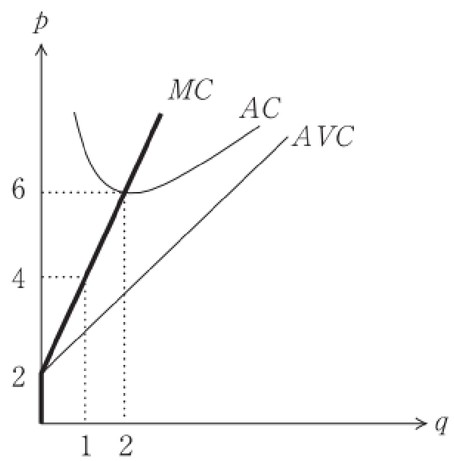
リンゴの生産費用	0個	1個	2個	3個	4個	5個
TC	60	64	66	69	76	85
VC	0	4	6	9	16	25
MC		4	2	3	7	9
AC		64	33	23	19	17
AVC		4	3	3	4	5

5-2　限界費用，平均可変費用，平均費用はそれぞれ

$$MC(q) = 2q + 2,\quad AVC(q) = q + 2,\quad AC(q) = q + 2 + \frac{4}{q}$$

となります。これらのグラフは図 A5-1 に描かれています。AC 曲線を正確に描くのは困難ですが，AVC 曲線曲線より $4/q$ だけ高いところに位置することに着目して曲線を描いてください。また，このケースでは，MC 曲線と AVC 曲線は q=0 のところで交わり，MC 曲線は AC 曲線の最低点を通るという性質を満たしていることに注意してください。

図 A5-1　供給曲線



この企業の供給曲線は図中の太線で表されています。また，企業の最適生産量は $p=MC(q)$に従うため，価格が 4 のときの生産量は，$4 = 2q+2$ から $q = 1$ となるのがわかり

ます。このときの利潤は,

$$\Pi(1) = 4 \times 1 - (1 + 2 + 4) = -3$$

となり，生産しないときの利潤Π (0)=－4 を上回っています。したがって，企業の生産量は q=1，利潤はΠ (1)=－3 になります。価格が 8 のときは，生産量は$8 = 2q + 2$から$q = 3$となります。利潤は,

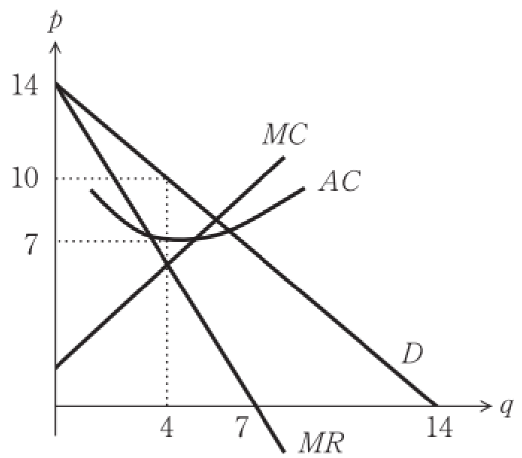
$$\Pi(3) = 8 \times 3 - (3^2 + 2 \times 3 + 4) = 24 - 19 = 5$$

と計算されます。

5-3　まずは需要関数 $q = 14－p$ を価格について解き，逆需要関数 $p = 14－q$ を求めます。これから, 企業の収入関数は, $R(q) = (14－q)q=14q－q^2$ となるのがわかります。したがって，その導関数である限界収入は $MR(q) = 14－2q$ となります。図 A5-2 に描かれているように，この限界収入曲線は需要曲線と同じ縦軸切片を持ち，傾きが需要曲線の 2 倍になっていることに注意してください。また，図には限界費用 $MC(q)=q+2$ と平均費用 $AC(q) = (q/2)+2+(12/q)$のグラフも描かれています。

独占企業は $MR(q) = MC(q)$となる生産量を選択するので，$14－2q = q+2$ から生産量は $q = 4$ となるのがわかります。その結果，利潤は$\Pi(4) = [10－AC(4)]×4=(10－7)×4=12$ となります。

図 A5-2　独占企業の生産量



【応用問題】

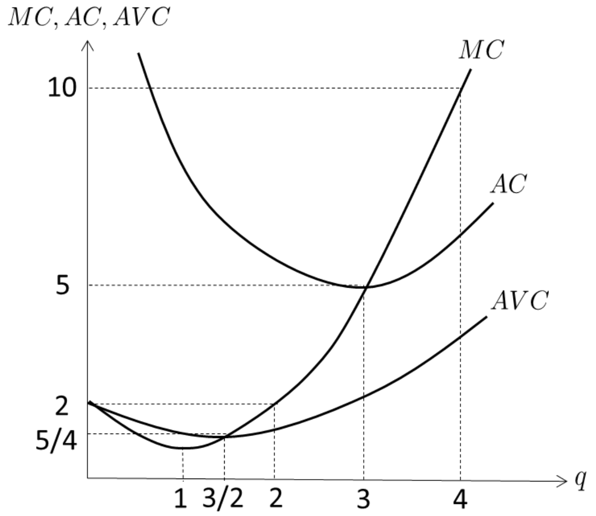
5-4　限界費用 MC，平均可変費用 AVC，平均費用 AC は，それぞれ

$$MC(q) = q^2 - 2q + 2$$
$$AVC(q) = (1/3)q^2 - q + 2$$
$$AC(q) = (1/3)q^2 - q + 2 + (9/q)$$

となります。図 A5-3 はこれらの曲線を描いています。MC 線と AC 線の交点での生産量

は，$q^2-2q+2=(1/3)q^2-q+2+(9/q)$を解いて$q=3$と求められます。同様に，$MC$ 線と AVC 線の交点での生産量は，$q^2-2q+2=(1/3)q^2-q+2$を解いて，$q=\ 0$と$q=\ 3/2$の 2 点であるのがわかります。

図 A5-3　限界費用，平均可変費用，平均費用



損益分岐価格は限界費用曲線と平均費用曲線の交点の高さなので，$MC(q)=AC(q)$となる$q=3$をたとえば MC に代入して，$MC(3)=5$を求めます。この 5 が損益分岐価格となります。同様に，生産中止価格は，$MC(q)=AVC(q)$となる$q=3/2$をたとえば MC に代入して$MC(3/2)$を求め，$5/4$と計算されます。

さて，価格が 1 のときは，生産中止価格より価格が下回るため，生産量は 0 となります。このときの利潤は，固定費用分の損失となり，利潤は-9です。次に，価格が 2 ならば，$MC(q)=2$から，生産量は$q=2$となるのがわかります。このときの利潤は，$2\times 2-\left(\frac{1}{3}\times 2^3-2^2+2\times 2+9\right)=4-\frac{35}{3}=-\frac{23}{3}$となります。利潤は負ですが，生産をしないときの利潤である-9を上回るため，生産することになります。最後に，価格が 10 のときは，$MC(q)=10$から，生産量は$q=4$となり，利潤は$10\times 4-\left(\frac{1}{3}\times 4^3-4^2+2\times 4+9\right)=40-\frac{67}{3}=\frac{53}{3}$となります。

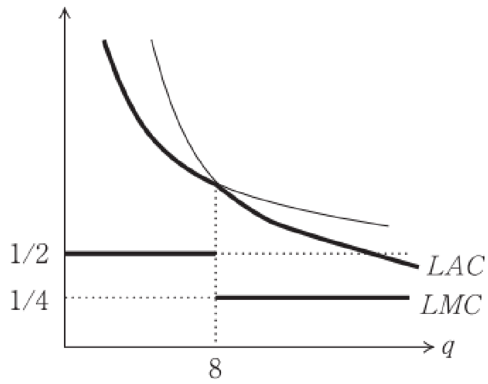
5-5　1 番目の技術を採用した方が総費用が小さくなるのは $C^1(q)<C^2(q)$のとき，つまり

$$\frac{q}{2}+2<\frac{q}{4}+4$$

のときなので，これを解いて $q<8$ ならば 1 番目の生産技術の方が費用を最小化するうえで望ましいことがわかります。もちろんこのことから，$q>8$ ならば 2 番目の技術の方が

望ましく，$q = 8$ ならば両技術は同一の生産費用をもたらすのがわかります。1 番目の技術に対応する平均費用と限界費用はそれぞれ $AC^1(q) = (1/2)+(2/q)$ と $MC^1(q) = 1/2$ であり，2 番目の技術に対応する平均費用と限界費用はそれぞれ $AC^2(q) = (1/4)+(4/q)$ と $MC^2(q)=1/4$ です。長期平均費用と長期限界費用はそれぞれ，$q < 8$ のときは 1 番目の技術に対応し，$q > 8$ のときは 2 番目の技術に対応するので，これらのグラフは図 A5-4 のようになります。

図 A5-4　長期限界費用と長期平均費用

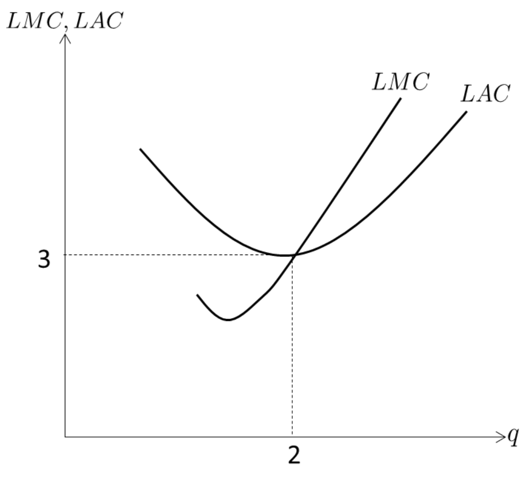


5-6　長期限界費用 LMC と長期平均費用 LAC はそれぞれ

$$LMC(q) = 3q^2 - 8q + 7$$
$$LAC(q) = q^2 - 4q + 7$$

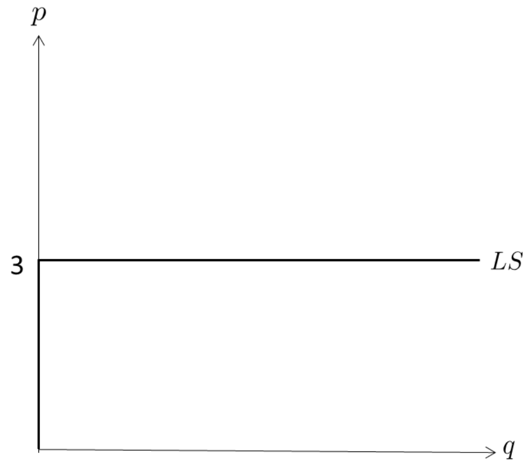
となります。$LMC(q) = LAC(q)$となる生産量は$q = 2$と計算され，このときの長期限界費用と長期平均費用はともに$LMC(2) = LAC(2) = 3$となります。図 A5-5 は，長期限界費用曲線と長期平均費用曲線を描いています。

図 A5-5　長期限界費用，長期平均費用



産業全体の総供給曲線は，長期平均費用が最小となる 3 の高さで水平になります。また，価格が 3 を下回るときは縦軸に一致します（図 A5-6）。

図 A5-6　長期総供給曲線



総需要量は 100 人の需要量の合計なので，$q = 100 \times (7 - p)$となります。これが総需要関数です。長期均衡では$p = 3$となるため，総需要量は$q = 100 \times (7 - 3) = 400$です。各企業は，長期平均費用が最小となる$q = 2$だけ生産するので，企業数は$400/2 = 200$となります。

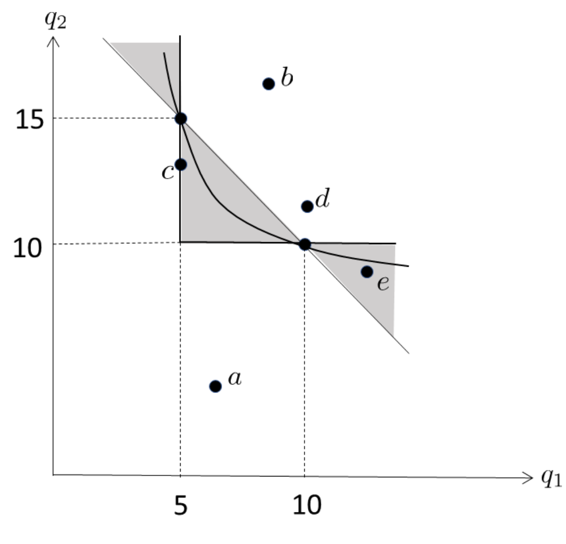
第 6 章　消費者行動と財の需要

【基本問題】

6-1　図 A6-1 は，この消費者が無差別と考える 2 つの消費点$(q_1, q_2) = (10,10)$と$(q_1, q_2) = (5,15)$，そしてa点からe点までが描かれています。また，図には，この 2 点を通る 3 本の無差別曲線も描かれています。この消費者がどのような無差別曲線を持つのかはわかりませんが，この 3 本は代表的なものと考えられます。まず点(10,10)と点(5,15)を結ぶ右下がりの直線は，第 1 財と第 2 財が完全代替的なときの無差別曲線です。そして L 字型の曲線は，2 つの財が完全補完的なときの無差別曲線を表しています。原点に対して凸の滑らかな曲線は，その 2 つの例の中間的な，一般的な無差別曲線だと考えられます。

限界代替率逓減の法則を満たす，原点に対して凸の無差別曲線を考える限り，図 A6-1 の灰色の領域以外の消費点は，点(10,10)より明らかに優劣がつきます。この領域より上方に位置する点bと点dは，この消費者がどんな嗜好を持っていたとしても点(10,10)より望ましく，下方に位置する点aは逆に劣っています。点cと点eが点(10,10)より望ましいかどうかは，与えられた情報だけではわかりません。ただし，点cは 2 財が完全補完的なケースの無差別曲線上にあるので，この 2 財が完全補完的なケースに限って点(10,10)と無差別になります。その他の場合は，点(10,10)より劣ることになります。

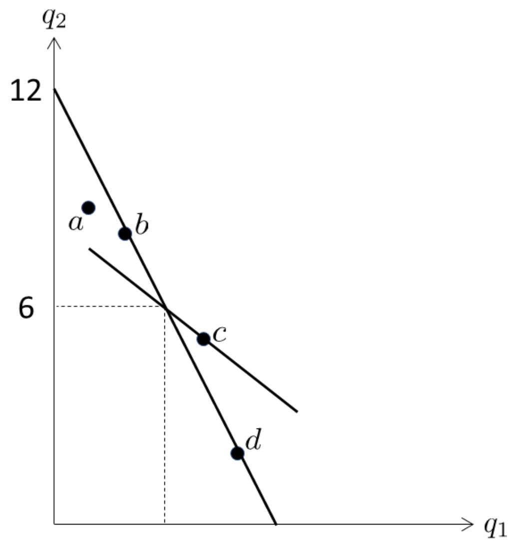
図 A6-1　消費者の嗜好



6-2

(a)　第 1 財の消費量をq_1，第 2 財の消費量をq_2とすると，予算線は$4q_1 + 2q_2 = 24$，もしくは両辺を 2 で割って$2q_1 + q_2 = 12$となります。図 A6-2 は，この予算線を描いています。

図 A6-2　予算制約

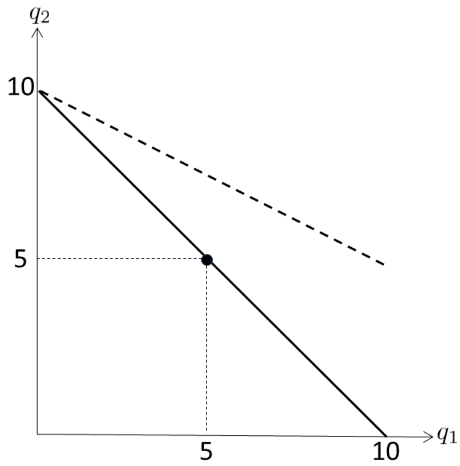


(b)　図 A6-2 は予算線とともに，a点からd点までの 4 点も描かれています。図からわかるように，c点以外はすべて消費可能です。このことを正確に見るために，各消費点を，予算線を表す$2q_1 + q_2 = 12$の左辺に代入してみましょう。たとえば，a点で表される各財の消費量を左辺に代入すると，$2 \times 1 + 9 = 11$となり，12 より小さくなっています。このことは，この消費点では，予算を使い切ることがなく，すなわちこの点は消費可能であることを意味しています。他の消費点についても，同様に消費可能かどうか確かめられます。左辺が右辺の 12 以下ならば消費可能，そうでなければ消費不可能となります。

(c)　まず最適な消費点になるためには，予算線上にある必要があります。a点は予算を使い切っておらず，c点は消費可能ではないので，これらの点は最適な消費点とはなり得ません。それでは，b点とd点はどうでしょうか？無差別曲線は原点に対して凸なので，点(3,6)を通る傾き-1の無差別曲線は，点(3,6)を通る傾き-1の直線より下に位置することはありません。d点はその直線より下にあるので，どんな無差別曲線を考えても，d点は点(3,6)より低い効用しかもたらしません。したがって，最適消費点の候補として残るのは，b点のみとなります。実際，b点で予算線に接する無差別曲線と，c点を通る傾き-1の無差別曲線を，お互い交わらないように描くことが可能です。つまり，最適な消費点となり得るのはb点ということになります。

6-3　第 1 財の消費量をq_1，第 2 財の消費量をq_2とすると，予算線は$2q_1 + 2q_2 = 20$，もしくは両辺を 2 で割って$q_1 + q_2 = 10$となります。図 A6-3 は，当初の予算線と消費点を示しています。

図 A6-3　予算線と消費点



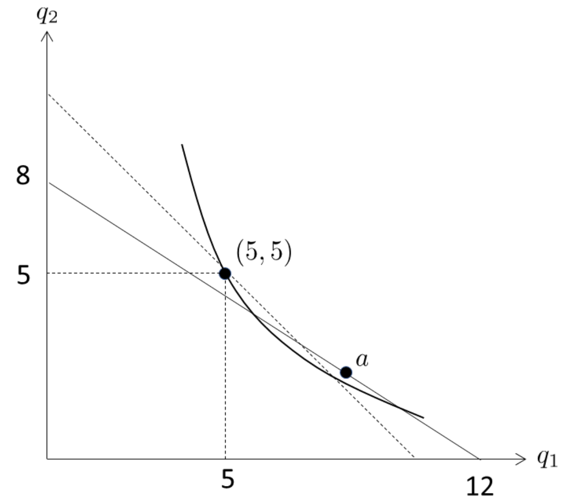
(a)　第 1 財の価格のみが当初に比べ変化しています。p_1が 2 から 1 へ下落した結果，予算線は，縦軸切片はそのままで，より緩やかな直線（図 A6-3 の点線）へとシフトしています。その結果，消費可能性集合は拡大します。より大きな集合から消費点を選ぶので，少なくとも以前より効用は上昇します。ここでは，点(5,5)は厳密な意味で消費可能性集合の内側にある（予算線の下側に位置する）ので，点(5,5)より望ましい消費点が必ず見つかります。したがって，この変化は消費者にとって望ましものとなります。

(b)　価格はそのままで所得が減少しています。その結果，消費可能性集合は縮小し，新たな消費可能性集合は以前の消費可能性集合の真部分集合となります。その結果，新たな消費可能性集合は，点(5,5)より低い効用しかもたらさなかった消費点のみによって構成されることになり，どの点を選択したとしても，この消費者の効用は低下します。

(c)　価格と所得が同時に変化しており，消費可能性集合が以前より拡大したとも縮小したとも言えない状況です。ただし，$p_1 = 2$，$p_2 = 3$のとき，消費点(5,5)を実現する支出は$2 \times 5 + 3 \times 5 = 25$となり，所得 24 を上回ります。つまり，以前の消費点は消費可能ではありません。そのため，この変化は消費者にとって好ましいものではないように思えますが，実はそうとも言えません。相対価格が変化している場合は，たとえ以前の消費点が消費可能でないとしても，より高い効用を実現する消費点が見つかる可能性があります。図 A6-4 は，そのようなケースを表しています。この図から，無差別曲線の形状によっては，以前より高い効用を得るケースもあれば，低い効用に甘んじるケースもあるのがわかります。

図 A6-4 のケースでは，新たな消費可能性集合に含まれるa点は消費点(5,5)より高い効用をもたらします。それにもかかわらず当初a点が選ばれなかったのは，変化前の消費可能性集合にその点が含まれなかったからです。価格と所得の変化により，消費点(5,5)より高い効用をもたらすa点が選択可能となったのです。

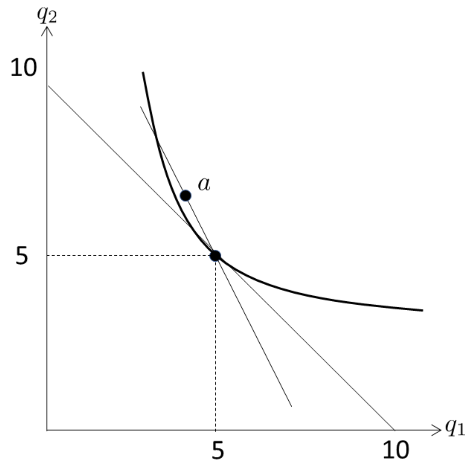
図 A6-4　効用が上昇するケース



(d)　$p_1 = 4$，$p_2 = 3$のとき，消費点(5,5)を実現する支出は$4 \times 5 + 3 \times 5 = 35$となり，所得 36 を下回ります。消費点(5,5)は変化後も消費可能であり，しかも両財共により多く消費する点も新しい消費可能性集合に含まれています。したがって，消費者にとってこの変化は望ましいものとなります。

(e)　$p_1 = 2$，$p_2 = 1$のとき，消費点(5,5)を実現する支出は$2 \times 5 + 1 \times 5 = 15$となり，所得 15 と一致します。すなわち，図 A6-5 に描かれているように，新しい予算線は，消費点(5,5)を通り，以前より急な傾きを持つ直線となります。点(5,5)を通る無差別曲線は，この点での傾きが-1となっています。したがって，傾きが-2である新しい予算線は，この無差別曲線を，図示されているように切る形になっています。この場合，a点のように，点(5,5)より望ましい消費点が必ず存在します。この変化は，消費者にとって望ましいものと言えます。

図 A6-5　予算線の傾きの変化



【応用問題】

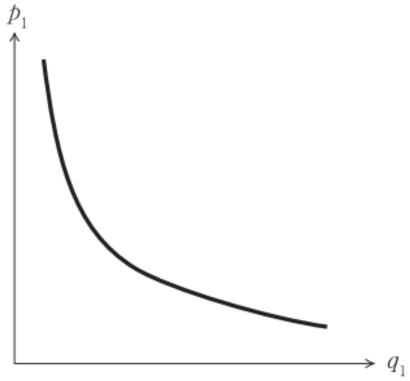
6-4　各財の消費量は，$q_1 = aI/p_1$，$q_2=(1-a)I/p_2$ となるため，第 2 財の第 1 財に対する消費比率は

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{1-a}{a}\frac{p_1}{p_2}$$

となります。消費点と原点を結ぶ直線の傾きであるこの消費比率 q_2/q_1 は，所得 I に依存していません。したがって，所得水準にかかわらず，消費点は上の式で表される傾きを持つ原点からの放射線上にあるのがわかります。

第 1 財の需要関数 $q_1 = aI/p_1$ のグラフである需要曲線は，図 A6-6 で表されているような直角双曲線になります。また，需要関数は所得 I の増加関数となっているので，第 1 財は正常財です。そして需要は p_1 の減少関数なので，第 1 財はギッフェン財ではありません。ギッフェン財ならば劣等財なので（どうしてですか？ 確認してみてください），第 1 財が正常財であることからも，この財がギッフェン財でないことがわかります。

図 A6-6　需要曲線



6-5　図 A6-7 に描かれているように，無差別曲線は L 字型をしており，それぞれ q_2/q_1=1/2 のところで折れ曲がっています。

図 A6-7　無差別曲線

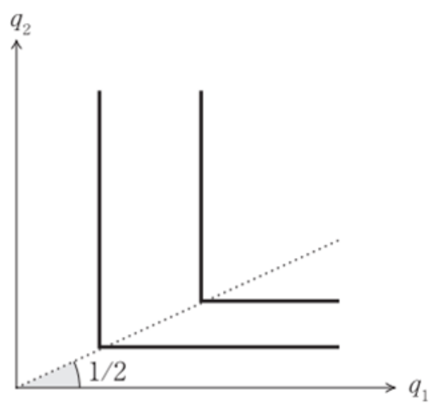
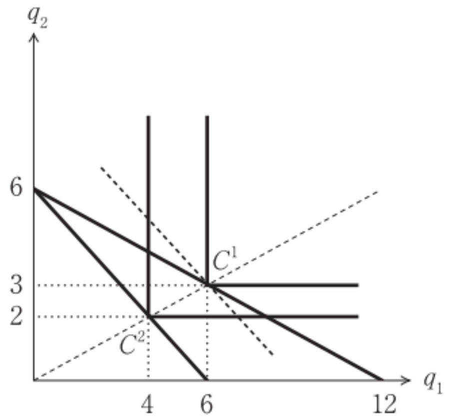


図 A6-7 に描かれているように，無差別曲線がこのような形状をとるときは，所得がいくらであっても，消費点での消費比率は q_2/q_1=1/2 となります。また，消費点は予算線上にあるため，$2q_1+4q_2=24$，つまり $q_1+2q_2=12$ という関係も成立します。これら 2 つの関係から，消費点は C^1=(6,3)となるのがわかります。

第 1 財価格が 4 に上昇すると予算線は $4q_1+4q_2=24$ となり，この関係と q_2/q_1=1/2 から，新しい消費点は C^2=(4,2)となるのがわかります。第 1 財価格の上昇により，第 2 財需要は減少しています。

図 A6-8 には，この新しい消費点とともに，価格変化前に到達していた無差別曲線に接し，その傾きの絶対値が価格変化後の第 1 財の相対価格に等しい仮想的予算線が右下がりの点線で描かれています。この仮想的予算線は変化前に到達していた無差別曲線と旧消費点で接しているため，スルツキー分解で用いる仮想的消費点は，旧消費点と同一となります。したがって，代替効果はゼロであり，所得効果は，C^1=(6,3)から C^2=(4,2)への移動により表されます。2 財が完全補完財なので代替効果が存在しないことに注意してください。

図 A6-8　代替効果と所得効果



6-6　無差別曲線は，図 A6-9 に表されているように，右下がりの直線になります。どの点においてもその傾きの絶対値である限界代替率は同じで，*MRS*=3/2 となります。これは，任意の効用 u^1 をもたらす無差別曲線は $u^1=3q_1+2q_2$ を満たす(q_1,q_2)の集合であり，この方程式は

$$q_2=\frac{u^1}{2}-\frac{3}{2}q_1$$

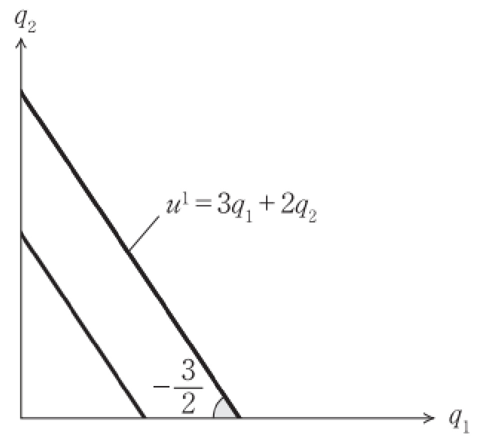
と書けることからわかります。

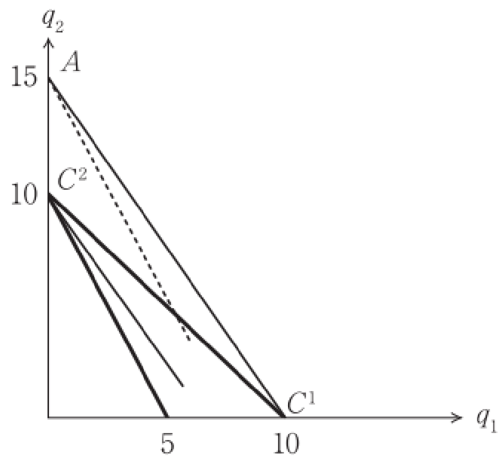
価格と所得が，p_1=2，p_2=2，*I*=20 のとき，予算線は $q_1+q_2=10$ と書け，予算線上もしくはそれより下の領域である消費可能性集合内で，最も高い無差別曲線に達する点（つまり消費点）は，C^1=(10,0)となります。この様子は図 A6-10 に示されています。

図 A6-10 には，第 1 財の価格が 4 に上昇したときの予算線 $2q_1+q_2=10$ と，そのときの消費点 $C^2=(0,10)$ も描かれています。第 1 財の価格上昇により，その代替財である第 2 財の需要が 0 から 10 へ上昇していることに注意してください。

また図には，価格変化前の消費点 $C^1=(10,0)$ から仮想的消費点 $A=(0,15)$ への移動によって表される代替効果と，仮想的消費点 $A=(0,15)$ から新消費点 $C^2=(0,10)$ への移動によって表される所得効果が描かれています。この完全代替財のケースでは，非常に大きな代替効果が現れています。

図 A6-9　無差別曲線　　図 6-10　代替効果と所得効果





第 7 章　競争均衡と効率的資源配分

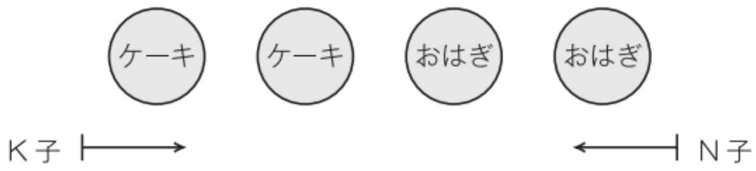
【基本問題】

7-1　もし，ケーキを好む K 子ちゃんがおはぎを手に入れると同時に，おはぎを好む N 子ちゃんがケーキを手に入れたならば，K 子ちゃんのおはぎと N 子ちゃんのケーキを交換すれば，2 人の効用は同時に上がります。したがって，パレート効率的配分では，K 子ちゃんがおはぎを持っているときは N 子ちゃんはケーキを持たず，逆に N 子ちゃんがケーキを持っているときは K 子ちゃんはおはぎを持っていない状態でなくてはなりません。このことと，ケーキ 2 個とおはぎ 2 個を無駄なく配分することさえ注意すれば，パレート効率的配分をすべてあげることができます。

ケーキとおはぎを図 A7-1 のように並べましょう。左端を K 子ちゃんの「原点」，右端を N 子ちゃんの「原点」と考え，任意のところで分割すると，パレート効率的配分となります。

(x_c^K, x_o^K)を K 子ちゃんのケーキの数とおはぎの数を表す消費点，(x_c^N, x_o^N)を N 子ちゃんの消費点とし，$(x_c^K, x_o^K; x_c^N, x_o^N)$で配分を表すならば，パレート効率的配分は，(2, 2; 0, 0)，(2, 1; 0, 1)，(2, 0; 0, 2)，(1, 0; 1, 2)，(0, 0; 2, 2) の 5 通りとなります。

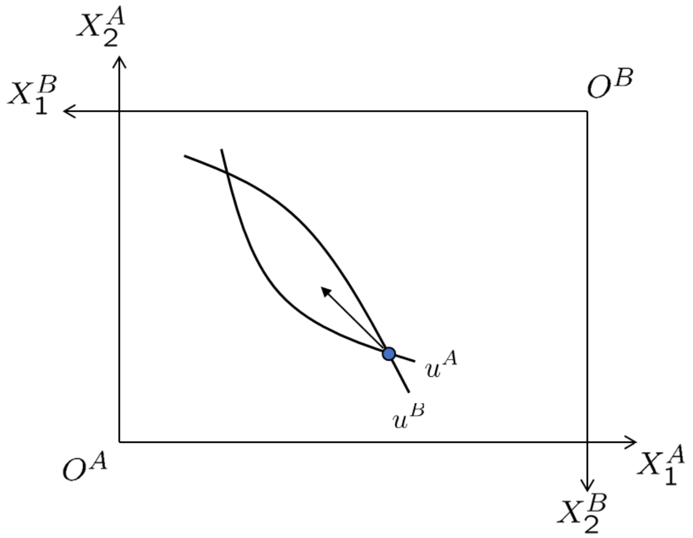
図 A7-1　ケーキとおはぎのパレート効率的配分



7-2

(a)　無差別曲線の絶対値は限界代替率を表しています。したがって，当初の配分点において，A さんの限界代替率の方が B さんの限界代替率より低いこの場合は，第 1 財を 1 単位多く得るために諦めてもよいと思う第 2 財の量は，B さんより A さんの方が低くなっています。このとき，2 人の限界代替率の間の値をとる交換比率で，A さんから B さんに第 1 財を，B さんから A さんに第 2 財を渡すことにより，2 人の効用を同時に上げることができます。この様子は，図 A7-2 に描かれています。

図 A7-2　財の再配分



(b)　問題(a)で見たように，限界代替率が低い人が第 1 財を手放し第 2 財を手に入れることにより，パレート改善できます。したがって，ここでは B さんが第 1 財を手放すべきだと言えます。

(c)　A さんが直面したリンゴの相対価格は$150/30 = 5$なのに対し，B さんが直面したリンゴの相対価格は$120/30 = 4$でした。2 人が相対価格を指標とし最適な消費点を選択したとすると，消費点における各自の限界代替率はそれぞれが直面した相対価格に等しくなっているはずです。つまり，ここでは，A さんの限界代替率の方が B さんの限界代替率より高くなっています。このとき，限界代替率の低い B さんが第 2 財と交換に第 1 財を手放すことにより，パレート改善することができます。

(d)　財によって税金のかかり方は異なっているものの，2 人は同じ相対価格に直面していたため，すでにパレート効率的な配分が達成されています。したがって，パレート改善的な財の再配分は存在しません。

7-3　A さんと B さんの予算線は，それぞれ

$$p_1x_1^A + p_2x_2^A = p_1w_1^A + p_2w_2^A$$
$$p_1x_1^B + p_2x_2^B = p_1w_1^B + p_2w_2^B$$

となります。この 2 式の左辺と右辺をそれぞれ足し合わせると，

$$p_1(x_1^A + x_1^B) + p_2(x_2^A + x_2^B) = p_1(w_1^A + w_1^B) + p_2(w_2^A + w_2^B) \tag{1}$$

を得ます。2 人を合わせた総支出額が総所得に等しくなるのです。他方，第 1 財市場の均衡条件は，$x_1^A + x_1^B = w_1^A + w_1^B$なので，両辺に$p_1$を掛け合わせて

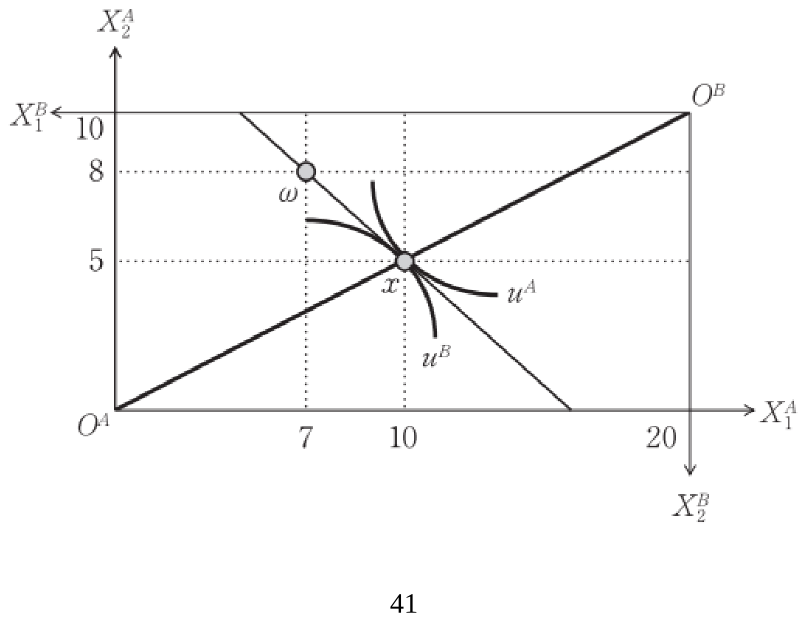
$$p_1(x_1^A + x_1^B) = p_1(w_1^A + w_1^B) \tag{2}$$

を得ます。第 1 財の総需要量と総供給量が一致していれば，総需要額と総供給額も一致するのです。しかし，このとき，第 2 財の総需要額と総供給額も一致します。なぜならば，第 2 財の総需要額は総支出額から第 1 財への総需要額を，第 2 財の総供給額は総所得から第 1 財の総供給額をそれぞれ差し引いたものになるからです。このことは，(1) 式の両辺から (2) 式の両辺をそれぞれ差し引くと$p_2(x_2^A + x_2^B) = p_2(w_2^A + w_2^B)$となることから確かめられます。そしてこの式の両辺をp_2で割ると，第 2 財市場が均衡していることがわかります。第 2 財の総需要額と総供給額が一致するならば，第 2 財の総需要量と総供給量も一致するのです。

【応用問題】

7-4　パレート効率的消費配分点では，A 君と B 君の無差別曲線が接しています。つまり，そこでは 2 財の間の限界代替率が 2 人の間で等しく，$2x_2^A/x_1^A = 2x_2^B/x_1^B$ が成立しています。この等式は，2 財の消費比率が両者の間で等しいことを意味し，パレート効率的消費配分点がエッジワース・ボックスの対角線$O^A\ O^B$上にあることを示しています。対角線$O^A\ O^B$上にないどの点をとっても，その点とO^Aを結ぶ直線の傾き（A 君の消費比率）とその点とO^Bを結ぶ直線の傾き（B 君の消費比率）が異なることを確認してください。また逆に，対角線$O^A\ O^B$上のO^AとO^Bを除くどの点においても，限界代替率は 2 人の間で等しく，それらはパレート効率的です。そして，O^AとO^Bも，それぞれ財を 1 人占めしている状況であり，財を持たない人の効用を上げようとすると財を 1 人占めしている人の効用を下げてしまうため，やはりパレート効率的となっています。したがって，図 A7-3 で表されているように，対角線$O^A\ O^B$そのものが契約曲線となるのです。

図 A7-3　競争均衡



さて，A 君と B 君の所得はそれぞれ $7p_1+8p_2$，$13p_1+2p_2$ です。これから，2 人の各財の需要は，$p = p_1/p_2$ として，

$$x_1^A = \frac{2(7p_1+8p_2)}{3p_1} = \frac{2(7p+8)}{3p}, \quad x_2^A = \frac{7p_1+8p_2}{3p_2} = \frac{7p+8}{3}$$

$$x_1^B = \frac{2(13p_1+2p_2)}{3p_1} = \frac{2(13p+2)}{3p}, \quad x_2^B = \frac{13p_1+2p_2}{3p_2} = \frac{13p+2}{3}$$

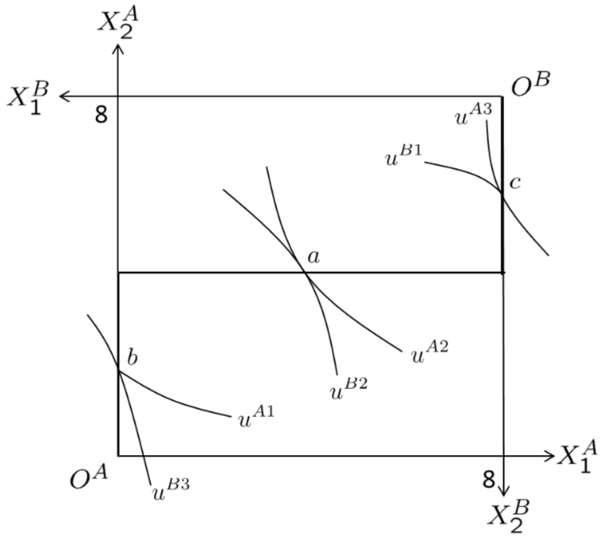
となるのがわかります。したがって，たとえば第 2 財の市場均衡条件（需給が一致する条件）は

$$\frac{7p+8}{3} + \frac{13p+2}{3} = 8+2$$

となり，これを解いて $p = 1$ を得ます。そしてこの均衡相対価格を上で求めた需要関数に代入すると，均衡における 2 人の消費点(x_1^A, x_2^A)=(10,5), (x_1^B, x_2^B)=(10,5)が求まります。この競争均衡の様子は図 A7-3 に描かれています。

7-5　2 人の限界代替率が等しい点はパレート効率的となります。A さんと B さんの限界代替率はそれぞれ$(x_2^A)^{\frac{1}{2}}$と$(x_2^B)^{\frac{1}{2}}$なので，この 2 つが等しくなるのは$x_2^A = x_2^B$となるときです。図 A7-4 には，縦軸の長さと横軸の長さがそれぞれ 8 であるエッジワース・ボックスにおいて，$x_2^A = 8/2 = 4$の水平線が，契約曲線の一部として描かれています。たとえばa点のような，この線上のどの点においても，$x_2^A = x_2^B$となっています。

図 A7-4　契約曲線



しかし，契約曲線はそこだけではありません。X_2^A軸上でx_2^Aが 0 から 4 までの間と，X_2^B軸上でx_2^Bが 0 から 4 までの間の 2 つの直線も契約曲線の一部となります。たとえばX_2^A軸上のb点を見てみましょう。そこでは，$x_2^A < x_2^B$であるため，無差別曲線の傾きは，B さん

の方が A さんより大きくなっています。図から明らかなように，そこからエッジワース・ボックス内のどの点に移動しても，いずれか一方の効用は低くなります。つまり，b点はパレート効率的なのです。同様のことは，c点のようなX_2^B軸の上半分にも言えます。このことから，契約曲線は，O^AとO^Bを結ぶ折れ曲がった線で表されるのがわかります。

次に，A さんと B さんの各財の需要量を求めましょう。まず，最適な消費点では，限界代替率と第 1 財の相対価格が等しくなることから，$(x_2^A)^{\frac{1}{2}} = p$，したがって$x_2^A = p^2$を得ます。同様に，$x_2^B = p^2$となります。これらが，第 2 財の需要関数です。第 1 財の需要量は，この結果を予算制約式に代入して求められます。A さんの予算制約式$px_1^A + x_2^A = pw_1^A + w_2^A$に$x_2^A = p^2$を代入して，$x_1^A$について解くと，

$$x_1^A = \frac{pw_1^A + w_2^A}{p} - p$$

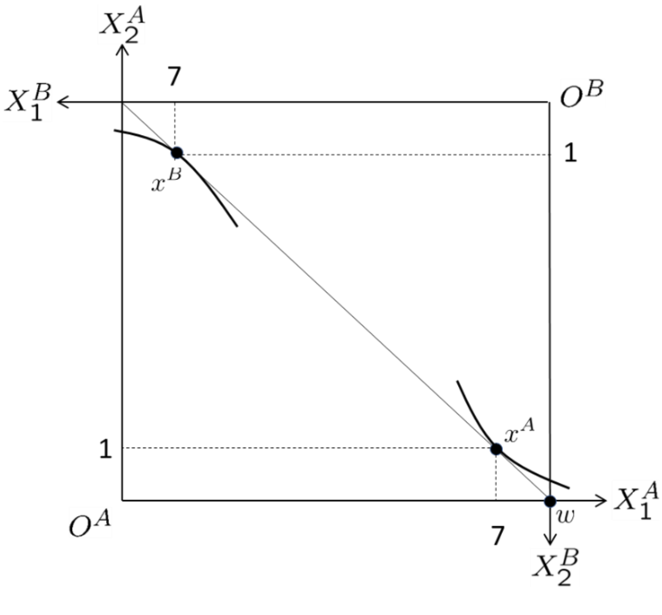
を得ます。$(w_1^A, w_2^A) = (8,0)$を代入すると，A さんの第 1 財の需要関数$x_1^A = 8 - p$が得られます。同様に，B さんの第 1 財の需要関数は

$$x_1^B = \frac{pw_1^B + w_2^B}{p} - p$$

に$(w_1^B, w_2^B) = (0,8)$を代入して，$x_1^B = (8/p) - p$と導けます。

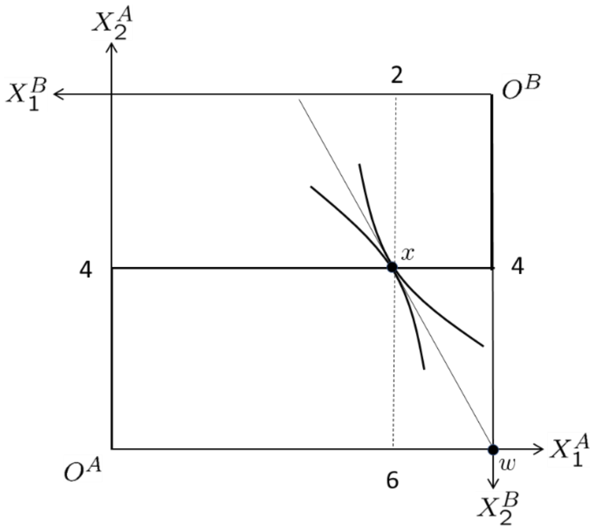
これらの需要関数に$p = 1$を代入すると，それぞれの需要点，$(x_1^A, x_2^A) = (x_1^B, x_2^B) = (7,1)$を得ます。初期保有量の合計は両財共に 8 なので，第 1 財の超過需要は$7 + 7 - 8 = 6$単位，第 2 財の超過需要は$1 + 1 - 8 = -6$単位となります。この様子は，図 A7-5 に描かれています。

図 A7-5　不均衡



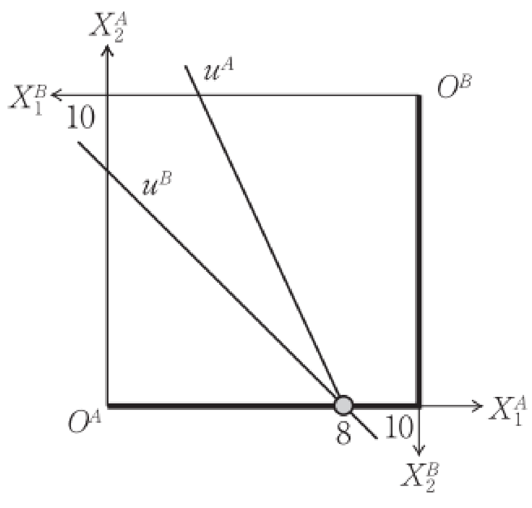
競争均衡での相対価格を, 第 2 財の市場均衡条件から求めましょう。$x_2^A = p^2$と$x_2^B = p^2$，そして$w_2^A + w_2^B = 8$を均衡条件$x_2^A + x_2^B = w_2^A + w_2^B$に代入すると，$2p^2 = 8$となり，これから$p = 2$が求められます。この均衡相対価格をそれぞれの需要関数に代入すると，A さんと B さんの消費点が，$(x_1^A, x_2^A) = (6,4)$，$(x_1^B, x_2^B) = (2,4)$とそれぞれ求められます。競争均衡は，図 A7-6 に描かれています。

図 A7-6　競争均衡



7-6　図 A7-7 のエッジワース・ボックスには，太線で表された契約曲線と，点(8,0)を通る A 君と B 君の無差別曲線が描かれています。前章の練習問題 6-6 で学んだことを用いると，どの点においても，A 君の無差別曲線の傾きは－2，B 君の無差別曲線の傾きは－1 となるのがわかります。したがって，この場合 2 人の無差別曲線が接することはありません。それではどうして契約曲線は，図示されているように，X_1^A 軸と X_2^B 軸からなる折れ曲がった線となるのでしょうか？

図 A7-7　契約曲線



契約曲線はパレート効率的配分点の集合です。そしてパレート効率的な配分は，他の人の効用を下げることなくある人の効用を上げることができない配分です。たとえば，図A7-7 の点(8,0)を通る B 君の無差別曲線 u^B を固定して考えてみましょう。エッジワース・ボックス内にあるこの無差別曲線上で，点(8,0)以外の点では，この無差別曲線上を右下に移動することにより B 君の効用を下げることなく A 君の効用を上げられることに注意してください。つまり，これらの点はパレート効率的配分点ではありません。しかし点(8,0)では，A 君の効用をそこから上げようとすれば，どうしても B 君の効用が下がってしまいます。つまり，この点はパレート効率的なのです。エッジワース・ボックス内を通る B 君のさまざまな無差別曲線に関して同じように考えていくと，太線で表された集合がパレート効率的配分点の集合にほかならず，これが契約曲線となることがわかります。

それではここで契約曲線上から点(8,0)を選び，その点が消費配分点となる競争均衡を考えましょう。点(8,0)は，O^A を原点とする A 君にとっては，第 2 財の消費量がゼロになるという意味で端点です。しかし O^B を原点として考えれば，この点は B 君の消費点が(2,10)となる点であり，いずれの財の消費量もゼロでないため端点とは言えません。B 君が端点でない消費点を選択するためには，B 君の無差別曲線の傾きの絶対値である限界代替率 1 と，予算線の傾きである第 1 財の相対価格が一致していなくてはなりません。もし，予算線より無差別曲線の傾きが急ならば，B 君は第 1 財のみを消費します。逆に無差別曲線の傾きの方が緩やかならば，B 君は第 2 財のみを消費します。B 君が両財ともに消費してもよいと考えるのは，両者の傾きが等しいときなのです。

したがって競争均衡では，第 1 財の相対価格は B 君の限界代替率と等しく，p_1/p_2=1 となります。このとき A 君にとっては，限界代替率が均衡相対価格より高くなり，その結果第 1 財のみを需要します。したがって，(x_1^A, x_2^A)=(8,0), (x_1^B, x_2^B)=(2,10)という消費の組み合わせが，均衡相対価格 p_1/p_2=1 のもとで実現可能なのです。

同様に考えれば，x_2^B軸に重なる契約曲線上の点が消費配分点となる競争均衡では，第 1 財の相対価格は A 君の限界代替率に等しい 2 になるのがわかります。また，契約曲線が折れ曲がる点(10,0)では，A 君と B 君ともに端点で消費することになり，競争均衡相対価格 p_1/p_2は，1 と 2 の間のどの水準でもいいことになります。

第 8 章　ゲーム理論

【基本問題】

8-1

(a)　相手の各戦略に対する最適反応を求め，それに対応する利得をマルで囲むと，表 A8-1（a）のようになります。このとき，プレーヤー1 は支配戦略 U を持ちますが，プレーヤー2 の支配戦略はありません。したがって，支配戦略均衡は存在しません。また，ナッシュ均衡は（U, R）となります。

(b)　表 A8-1（b）に表されているように，プレーヤー1 は D，プレーヤー2 は R という支配戦略を持ちます。その結果，（D, R）が支配戦略均衡となります。ナッシュ均衡もまた，（D, R）です。

(c)　表 A8-1（c）からわかるように，いずれのプレーヤーも支配戦略を持たず，その結果，支配戦略均衡は存在しません。ナッシュ均衡は，（D, R）となります。

表 A8-1　戦略形ゲーム：最適反応

(a)

		プレーヤー2	
		L	R
プレーヤー1	U	1, 0	1, 2
	D	0, 3	0, 1

(b)

		プレーヤー2	
		L	R
プレーヤー1	U	−1, −1	−9, 0
	D	0, −9	−6, −6

(c)

		プレーヤー2		
		L	M	R
プレーヤー1	U	0, 4	4, 0	6, 3
	M	4, 0	0, 4	5, 3
	D	3, 5	3, 5	6, 6

8-2

(a)　各プレーヤーの各戦略は，自らが行動を選択するそれぞれの節における行動の組み合わせとして表されます。プレーヤー1 は 3 つの節でそれぞれ 2 通りの行動から選択するため，その組み合わせは $2^3=8$ 通りあります。つまり，プレーヤー1 の戦略は，$[A_1,A_2,A_3]$, $[A_1,A_2,D_3]$, $[A_1,D_2,A_3]$, $[A_1,D_2,D_3]$, $[D_1,A_2,A_3]$, $[D_1,A_2,D_3]$, $[D_1,D_2,A_3]$, $[D_1,D_2,D_3]$の 8 つとなります。同様に，プレーヤー2 の戦略は，$[a_1,a_2]$, $[a_1,d_2]$, $[d_1,a_2]$, $[d_1,d_2]$の 4 つです。

　部分ゲーム完全均衡は，ゲームを後ろから解いていくことにより求められます。図 A8-1 では，部分ゲーム完全均衡が太線により表されています。プレーヤー1 の最後の節では，

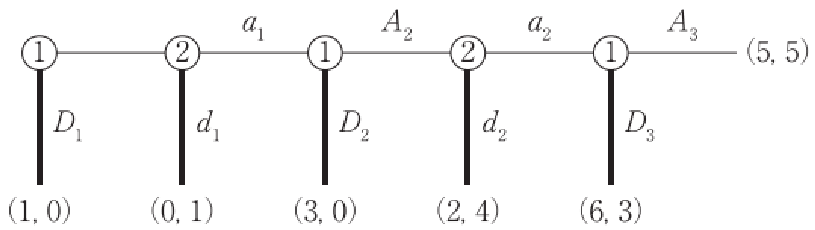
A_3 を選択すると利得は 5 となり，D_3 を選択すると利得は 6 となるため，プレーヤー1 は D_3 を選択します。それを所与として，プレーヤー2 は，その 1 つ前の節で d_2 を選択することになります。d_2 を選択すると利得は 4 となり，a_2 を選択したときの利得 3 を上回るからです。同様にゲームをさかのぼって考えていくと，すべての節でプレーヤーは下に行くことを選択するのがわかります。

展開形ゲームの均衡はこのようにゲームの樹を用いて表すこともできますが，各プレーヤーの均衡戦略を列記することによっても表されます。このゲームの部分ゲーム完全均衡は，$([D_1,D_2,D_3], [d_1,d_2])$とも表されるのです。

そしてこのゲームの均衡結果は，単純に D_1 と言うことができます。最初にプレーヤー1 が D_1 を選択し，それによってゲームが終了します。

このゲームはそのゲームの樹の形状から**ムカデ・ゲーム**と呼ばれています。ムカデ・ゲームの特徴は，それぞれのプレーヤーが右を選択していけば，最終的には各プレーヤーの利得が大きくなるにもかかわらず，各局面ではプレーヤーが下を選択することです。その結果，最初のプレーヤーが下を選択してゲームは終了し，各プレーヤーは低い利得しか得られません。

図 A8-1　ムカデ・ゲームの部分ゲーム完全均衡

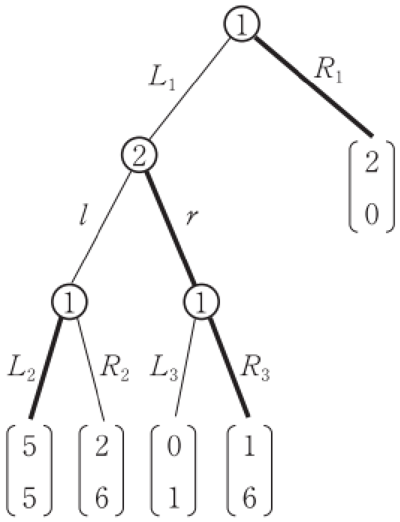


(b)　プレーヤー1 は，3 つの節で行動を選択するため，その戦略は$[L_1,L_2,L_3]$, $[L_1,L_2,R_3]$, $[L_1,R_2,L_3]$, $[L_1,R_2,R_3]$, $[R_1,L_2,L_3]$, $[R_1,L_2,R_3]$, $[R_1,R_2,L_3]$ $[R_1,R_2,R_3]$の 8 通りがあります。それに対してプレーヤー2 は 1 つの節でのみ行動するため，その戦略は l と r の 2 つとなります。

部分ゲーム完全均衡は，ゲームを後ろから解いていくことにより，図 A8-2 の太線のように求まります。

部分ゲーム完全均衡は，$([R_1,L_2,R_3],r)$と書くこともできます。そして均衡の結果は，R_1 となります。プレーヤー1 が最初に R_1 を選択してゲームが終了するのです。

図 A8-2　部分ゲーム完全均衡



8-3　表 A8-2 は，この展開形ゲームを戦略形ゲームの形にしたものです。プレーヤー2 は 2 つの節で行動を選択しているため，合計で 4 つの戦略を持つことに注意してください。ナッシュ均衡は，$(L,[r_1,r_2])$，$(R,[l_1,l_2])$，$(R,[r_1,l_2])$の 3 通りとなります。

表 A8-2　展開形ゲームから戦略形ゲームへ

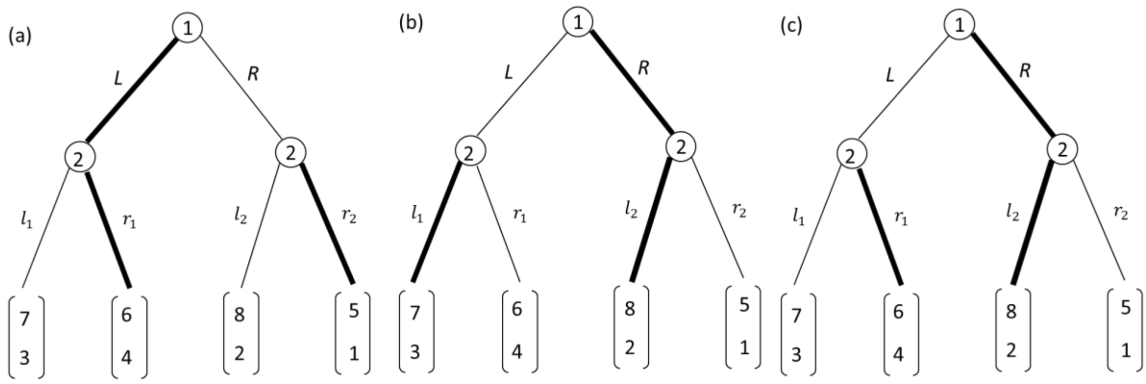
		プレーヤー2			
		(l_1,l_2)	(l_1,r_2)	(r_1,l_2)	(r_1,r_2)
プレーヤー1	L	7 , 3	7 , 3	6 , 4	6 , 4
	R	8 , 2	5 , 1	8 , 2	5 , 1

これらのナッシュ均衡を展開形ゲームで示したのが図 A8-3 です。この展開形ゲームには，プレーヤー1 が行動を選択する節から始まるゲームそのものと，プレーヤー2 が行動を選択する節から始まる 2 つの部分ゲームの，合計 3 つの部分ゲームがあります。(a)のナッシュ均衡は，プレーヤー1 がRを選択したときに到達する部分ゲームにおいてプレーヤー2 が最適な選択をしていないので，部分ゲーム完全均衡ではありません。同様に，(b)のナッシュ均衡は，プレーヤー1 がLを選択したときに到達する部分ゲームにおいてプレーヤー2 が最適な選択をしていないので，やはり部分ゲーム完全均衡ではありません。それに対して，(c)のナッシュ均衡は，すべての部分ゲームでナッシュ均衡となっており，部分ゲーム完全均衡となっています。

空脅しと思われる戦略が入っているナッシュ均衡は，(a)で記述されているものです。そ

こでは，プレーヤー1 がRを選択したときに到達する部分ゲームにおいて，プレーヤー2 は最適な選択をしていません。しかし，その結果，プレーヤー1 は，Rを選択すると利得が 5，Lを選択すると利得が 6 となるため，Lを選択します。プレーヤー2 からしてみると，「Rを選択すると，こちらはr_2をとるぞ」と「脅し」かけ，プレーヤー1 の選択をLに誘導することにより，4 という高い利得を獲得するのです。

図 A8-3　展開形ゲームで表現されたナッシュ均衡



【応用問題】

8-4

(a)　両企業の総生産量を$Q = q_1 + q_2$とおき，2 企業を 1 つの企業とみなして，利潤を最大化する生産量を求めましょう。このとき総収入は$R = PQ = (26 - Q)Q$であり，限界収入はこの導関数である$MR = 26 - 2Q$となります。利潤を最大化する生産量は，限界収入MRと限界費用$MC = 2$が等しくなるQなので，$26 - 2Q = 2$から，$Q = 12$となります。したがって，各企業の生産量は，$q_1 = q_2 = 6$です。このとき，2 企業を合わせた総利潤は$\pi = R - 2Q = (26 - Q)Q - 2Q = (24 - Q)Q = 144$となるので，各企業の利潤は 72 となります。

(b)　企業 1 が 9 単位，企業 2 が 6 単位生産するので，価格は$P = 26 - (9 + 6) = 11$となります。したがって，各企業の利潤は

$$\pi_1 = (11 - 2) \times 9 = 81$$
$$\pi_2 = (11 - 2) \times 6 = 54$$

と計算されます。この費用関数では，限界費用と平均費用はともに 2 となります。ここでは，価格 11 から平均費用 2 を差し引いた平均利潤に生産量を掛け合わせて利潤を求めていることに注意してください。

　ここで，企業 2 の生産量 6 に対する企業 1 の最適反応生産量は 9 であることを確かめてみましょう。企業 1 の最適反応は，企業 2 の生産量を所与としたとき利潤を最大化する生産量に他なりません。企業 1 の限界収入は，収入関数$R_1 = [26 - (q_1 + q_2)]q_1$の導関数である$MR_1 = 26 - 2q_1 - q_2$です。限界費用は$MC_1 = 2$なので，利潤最大化の条件$MR_1 =$

MC_1より，$q_1 = 12 - (1/2)q_2$を得ます。これが企業 1 の最適反応生産量です。今，$q_2 = 6$なので，$q_1 = 9$となります。

(c)　$q_1 = q_2 = 8$のとき，価格は$P = 26 - (8 + 8) = 10$となります。各企業の利潤は，$\pi_1 = \pi_2 = (10 - 2) \times 8 = 64$と求められます。

　ここで，このクールノー競争のナッシュ均衡が$(q_1, q_2) = (8,8)$であることを確かめましょう。問題(b)の解答例で求めたように，企業 1 の最適反応は$q_1 = 12 - (1/2)q_2$となります。企業 1 と企業 2 は対称的なので，企業 2 の最適反応は$q_2 = 12 - (1/2)q_1$となるのがわかります。この 2 つの式からなる連立方程式を解けば$(q_1, q_2) = (8,8)$が求まります。

(d)　利得行列は以下のとおりです。

表 A8-3　クールノー競争

		企業2	
		協力	非協力
企業1	協力	72 , 72	54 , 81
	非協力	81 , 54	64 , 64

ナッシュ均衡は（非協力, 非協力）となります。各企業とも「非協力」という支配戦略を持ち，その結果である（非協力, 非協力）は，パレート効率的ではありません（両企業ともに，（協力, 協力）の方が利得が高くなっています）。したがって，このゲームは囚人のジレンマの構造を持っていると言えます。

8-5

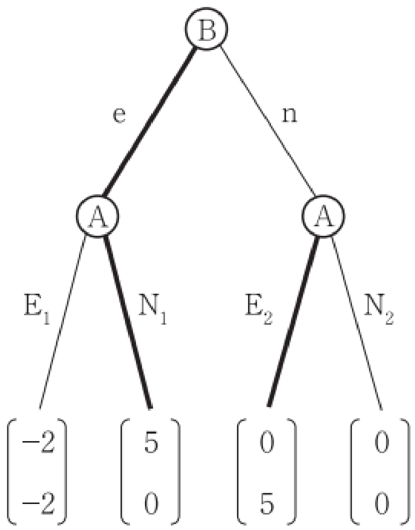
(a)　利得行列は表 A8-3 のようになります。このゲームのナッシュ均衡は，(*E*,n)と(*N*,e)の 2 つです。エアバス社かボーイング社かの，いずれか一方だけが市場に参入することになりますが，実際どちらが参入するのかは，このゲームからはわかりません。

表 A8-3　市場参入ゲーム（基本型）

		B	
		e	n
A	E	−2, −2	5, 0
	N	0, 5	0 , 0

(b)　ボーイング社が最初に参入するかどうかを決めるゲームは，図 A8-4 のゲームの樹により表されます。部分ゲーム完全均衡は太線で示されているように，(e,[N_1,E_2])となります。部分ゲーム完全均衡では，先に動くボーイング社のみが参入し，その結果エアバス社より高い利得を得ます。最初に動くプレーヤーが，自らの行動を決定し，その行動にコミットする（自らを縛り，すでに決めた行動を覆せないようにする）ことにより，その後に行動するプレーヤーより，有利となる状況を作り出しているのです。ここでは，ボーイング社が参入すると決めたらならば，その後エアバス社がどういう決定を下そうとも，自らが参入するという決定を覆さないことが，自らの行動にコミットすることになります。

図 A8-4　市場参入ゲーム（ボーイング社が先に動くケース）



(c)　参入補助金 3（百億円）を加味した利得行列は，表 A8-4 のようになります。そしてこのゲームのナッシュ均衡は，(*E*,n)のみとなります。EU のエアバス社への補助金により，エアバス社にとって参入（E）が支配戦略となります。エアバス社のみが市場に参入することになるため，EU の補助金政策は成功したと言えます。

しかし，もしアメリカもまた同様の補助金政策を行うならば，双方の補助金政策は，この市場を好ましくない方向に導くことになります。利得行列を求め，この問題について考えてみてください。

表 A8-4　市場参入ゲーム（EU が参入補助金を与えるケース）

		B	
		e	n
A	E	1, −2	8, 0
	N	0, 5	0, 0

8-6

(a)　各プレーヤーの相手プレーヤーの戦略に対する最適反応は, 表 A8-5 に示されています。表に表されているように，最適反応を示す◯が両プレーヤーについている戦略の組み合わせは存在しません。このことは，このゲームには純粋戦略ナッシュ均衡が存在しないことを意味しています。

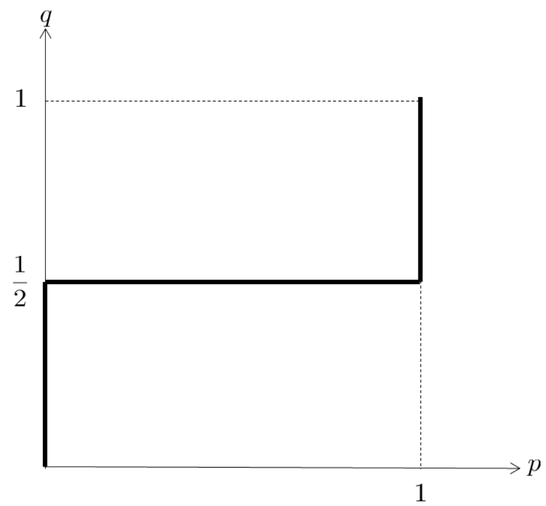
表 A8-5 純粋戦略による最適反応

キーパー

キッカー		l	r
	L	1 , -1	-1 , 1
	R	-1 , 1	1 , -1

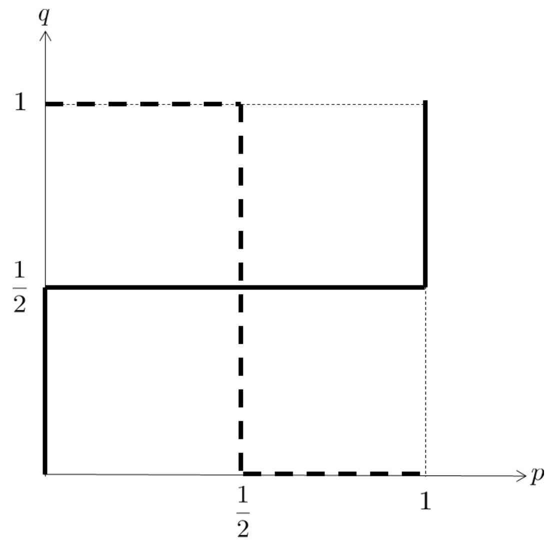
(b)　キッカーの最適反応を導きます。キッカーがLを選択するとき，キーパーがlをとればキッカーの利得は 1，キーパーがrをとればキッカーの利得は-1になります。キーパーは確率qでlをとり, 確率$1-q$でrを選択するので, Lを選択するときのキッカーの期待利得は, $q \times 1 + (1-q) \times (-1) = 2q - 1$となります。同様に，キッカーが$R$を選択するときの期待利得は，$q \times (-1) + (1-q) \times 1 = 1 - 2q$です。したがって，$2q - 1 > 1 - 2q$，つまり$q > 1/2$のとき，そしてそのときに限って，$R$より$L$をとった方が，キッカーの利得は高くなります。キッカーの最適反応は，$q < 1/2$ならばR（つまり$p = 0$），$q > 1/2$ならばL（つまり$p = 1$）となります。そして，$q = 1/2$のときはLとRは同等に望ましいため，いかなるpもキッカーの最適反応となります。図 A8-5 は，キッカーの反応曲線を描いています。

図 A8-5 キッカーの反応曲線



(c)　問題(b)と同様に考え，キーパーの最適反応を導きます。キーパーがlを選択するときの期待利得は, $p \times (-1) + (1-p) \times 1 = 1-2p$，$r$を選択するときの期待利得は$p \times 1 + (1-p) \times (-1) = 2p-1$となります。したがって, $1-2p > 2p-1$, つまり$p < 1/2$のときは$q = 1$であるlが最適反応であり，$p > 1/2$のときは$q = 0$であるrが最適反応となります。そして，$p = 1/2$のときはlとrは同等に望ましいため，いかなるpもキッカーの最適反応となります。キーパーの反応曲線は，図 A8-6 の点線で表されています。

図 A8-6　混合戦略ナッシュ均衡



(d)　混合戦略ナッシュ均衡は$(p, q) = (1/2\,, 1/2)$となります。