

### 「3次元図表による修正リカードモデルの考察」

平成 19 年 5 月

いわき明星大学  
江尻陽三郎

### 目次

1. はじめに
2. 貿易の利益（リカードモデル）
3. 輸出関数等の 3 次元図表化
4. 3 次元図表による貿易均衡点の考察
5. 収穫逓減効果が軽度の場合の計算例
6. 収穫逓減効果が強い場合の計算例
7. 2 国 3 財、3 国 3 財、・・・、等の場合の貿易均衡点
8. 補遺（比較生産費説の線形計画問題化）
9. まとめ

### 1. はじめに

#### 1) リカードモデル：

$$X = F(L) = q \cdot L$$

$q$ : 労働生産性(一定)

生産要素： $L$  のみ、 規模に関して収穫不変

→ 考察は容易．絶対価格の変化は考察の対象外．

#### 2) ヘクシャー・オリーンモデル：

$$X = F(L, K)$$

生産要素： $L, K$ 、 限界代替率は逓減、

規模に関しては収穫不変 → 考察は煩雑．

#### 3) “修正リカードモデル”： 規模に関して収穫逓減

$$X = F(L) \quad (\text{ex}) \quad X = A \cdot L^\alpha \quad (\alpha < 1, A, \alpha: \text{定数})$$

生産要素： $L$  のみ、 生産関数の自由度：大

→ 考察は容易．絶対価格の変化も考察しうる．

→ 均衡貿易量、均衡国際価格、均衡為替レート等を

3次元図表を用いて簡潔かつ包括的に考察する手法の提案．

### 2. 貿易の利益（リカードモデル）

#### 1. 現在の生産量

	日	米
農業 <麦> ( $10^6 \text{t}/\text{年}$ )	15	60
工業 <布> ( $10^8 \text{m}^2/\text{年}$ )	10	20

#### 2. 配分労働力 ( $10^8$ 人)

	日	米
農業	0.75	1.20
工業	0.25	0.80
計 (賦存労働力)	1.00	2.00

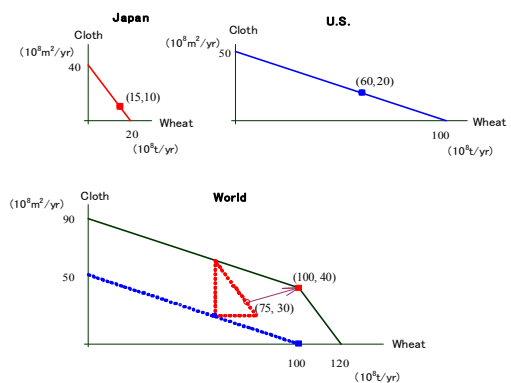
#### 3. 労働生産性

	日	米
農業 <麦> ( $\text{t}/\text{人}\cdot\text{年}$ )	20	50
工業 <布> ( $\text{m}^2/\text{人}\cdot\text{年}$ )	40	25

#### 4. 特化による世界利益

	麦 ( $10^6 \text{t}$ )	布 ( $10^8 \text{m}^2$ )
現在の世界生産点	75	30
日→布、米→麦に特化	100	40
世界生産量の増加分	25	10

### Production Possibility Frontier



5. 労働者賃金			6. 価格		
w	日本	米国	p (= 1/q * w)	日本	米国
農業 (麦)	100	100	麦	5.0 (10 <sup>4</sup> yen/t)	2.0 (10 <sup>2</sup> \$/t)
工業 (布)	10 <sup>5</sup> yen/person/year	10 <sup>5</sup> \$/person/year	布	2.5 (10 <sup>4</sup> yen/m <sup>2</sup> )	4.0 (10 <sup>2</sup> \$/m <sup>2</sup> )

(∵ p = 1/q \* w)

日本  
 麦: 50000 (yen/t)  
 布: 25000 (yen/m<sup>2</sup>)

← π (yen/\$)  
 →

米国  
 麦: 200 (\$/t)  
 布: 400 (\$/m<sup>2</sup>)

相互貿易が起こるためのπの範囲

(1) “輸入(麦, 日本 ← 米国)” :  $50000/\pi > 200$  (\$/t)  
 $\therefore \pi < 250$  (yen/\$)

(2) “輸出(布, 日本 → 米国)” :  $25000/\pi < 400$  (\$/m<sup>2</sup>)  
 $\therefore \pi > 62.5$  (yen/\$)

(1), (2) より →  $62.5 < \pi < 250$  (yen/\$)

3. 生産関数等の3次元図表化

1. 生産関数 (各国に対して):

$$x_i = A_i \cdot l_i^{\alpha_i} \quad (0 < \alpha_i \leq 1, i = 1, \dots, n) \quad \dots(1)$$

ここに

$x_i$ : i財の生産額,  $l_i$ : i部門に配分される労働力,  
 $\alpha_i$ : i部門の収穫逓減の程度を表す定数,  
 $A_i$ : i部門の労働生産性に関わる定数

**表1. 作図に用いた生産関数パラメータ**

	パラメータ	日本	米国
財1 (麦: x)	$\alpha_1$	0.3	0.3
財2 (布: y)	$\alpha_2$	0.6	0.6

8. 効用関数 (各国に対して):

$$U = x_1^{\lambda_1} \dots x_n^{\lambda_n} \quad (x_i: i財の消費量) \quad \dots(8)$$

**表2. 作図に用いた無差別曲線パラメータ**

	パラメータ	日本	米国
財1 (麦: x)	$\lambda_1$	0.5	0.5
財2 (布: y)	$\lambda_2$	0.08	0.17

注) 生産可能フロンティアと無差別曲線が現在の生産点で接するためには、 $\lambda_1/\lambda_2 = \alpha_2/\alpha_1 \cdot l_1^{\alpha_1}/l_2^{\alpha_2}$  でなければならない。

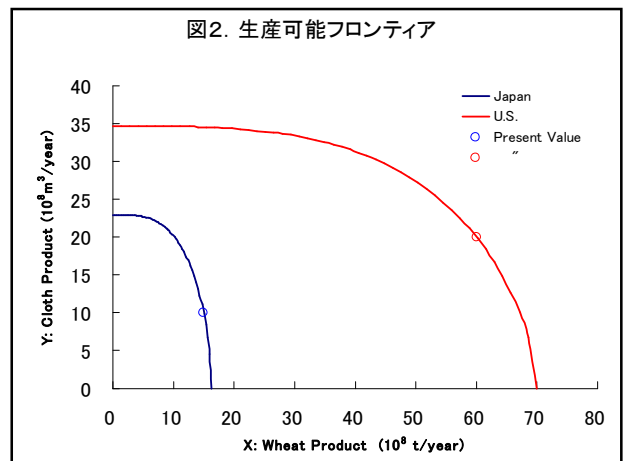
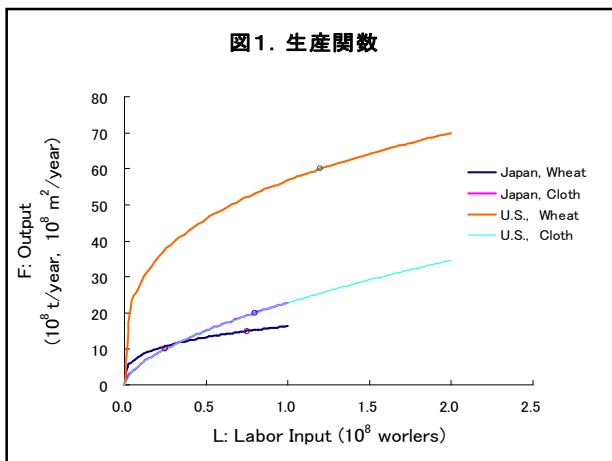


図3. 無差別曲線と貿易 -日本-

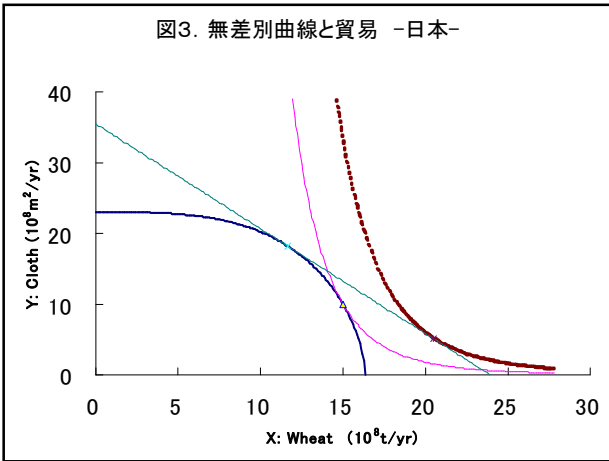


図4. 無差別曲線と貿易 -米国-

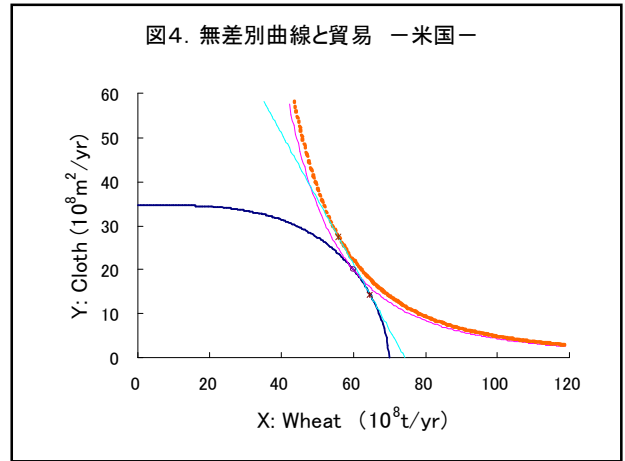


図5. オフアーカーブ

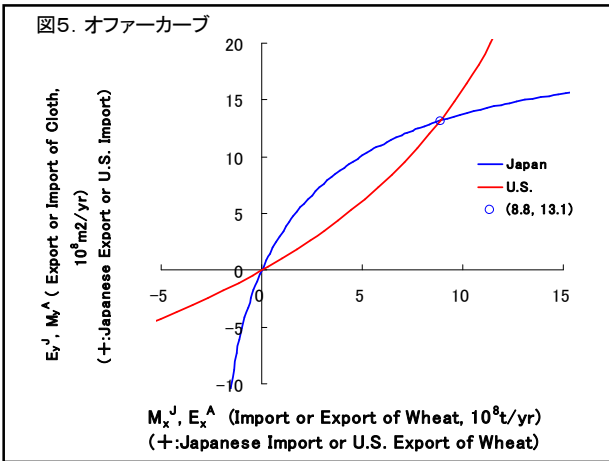


図6. 限界コスト曲線

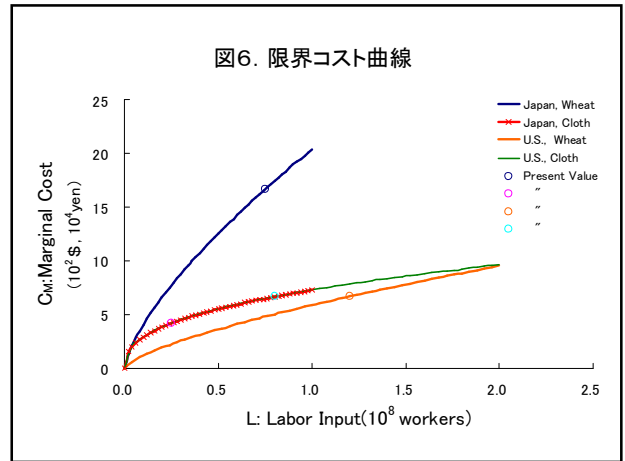


図7. 労働需要関数 -日本-

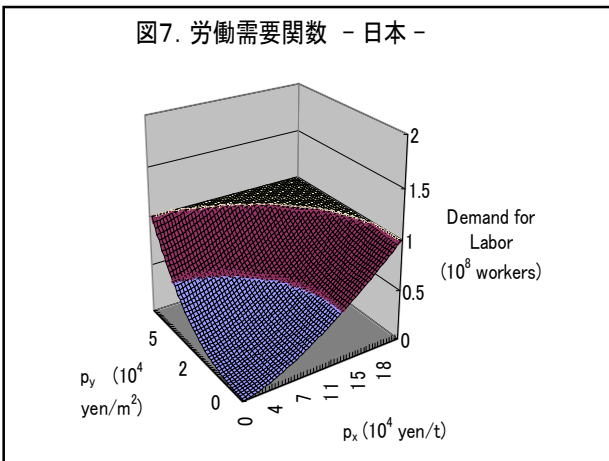


図8. 労働需要関数 -米国-

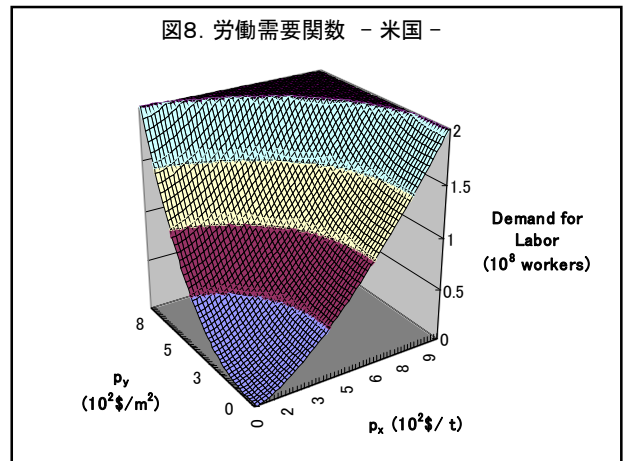


図9. “可能価格フロンティア”

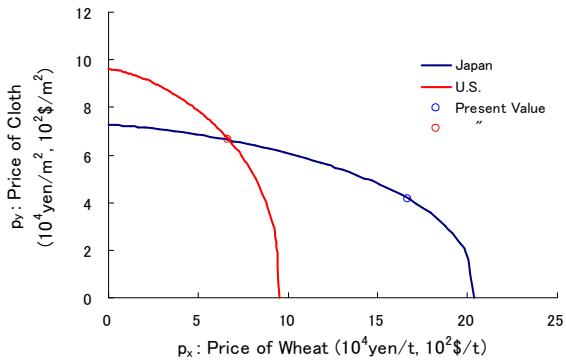


図10. “可能価格フロンティア” -日本-

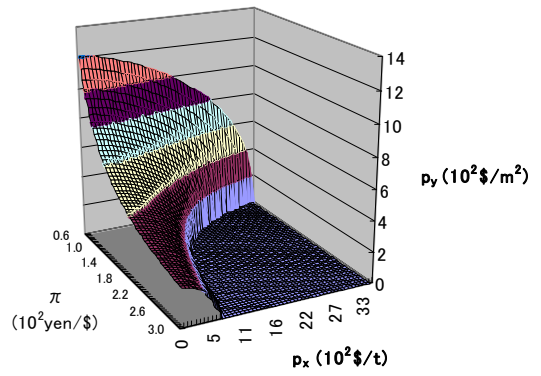


図11. “可能価格フロンティア” -米国-

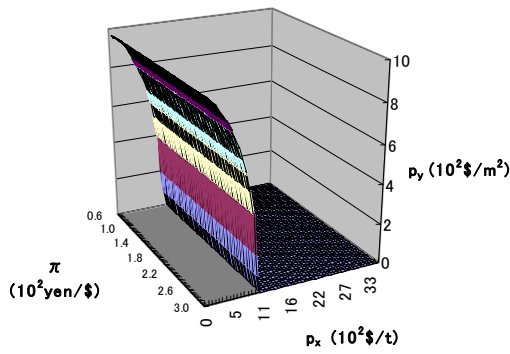


図12. 供給関数 - 日本、麦 -

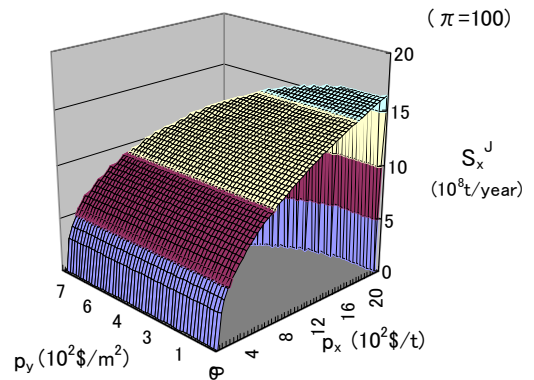


図13. 需要関数 - 日本、麦 -

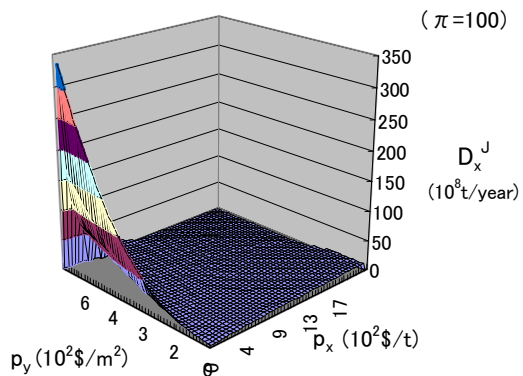


図14. 輸出関数 - 日本、麦 -

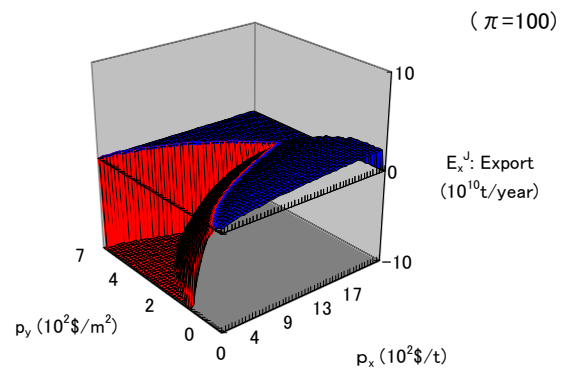


図15. 供給関数 - 日本、布 -

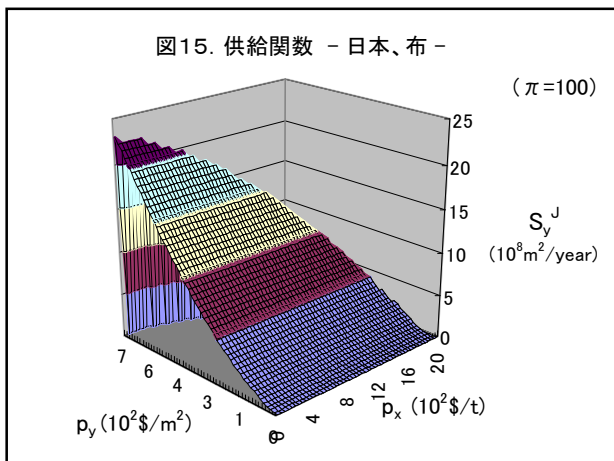


図16. 需要関数 - 日本、布 -

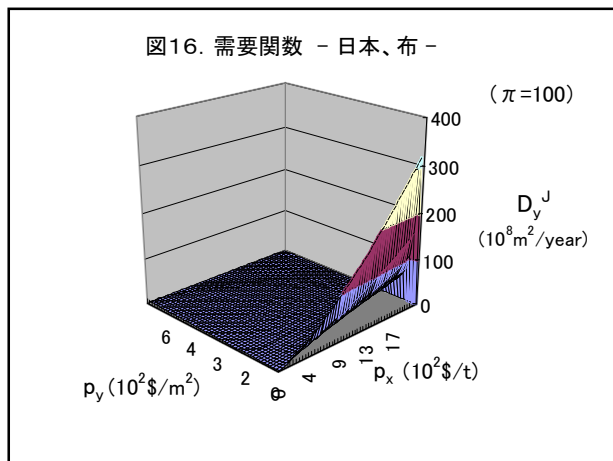


図17. 輸出関数 - 日本、布 -

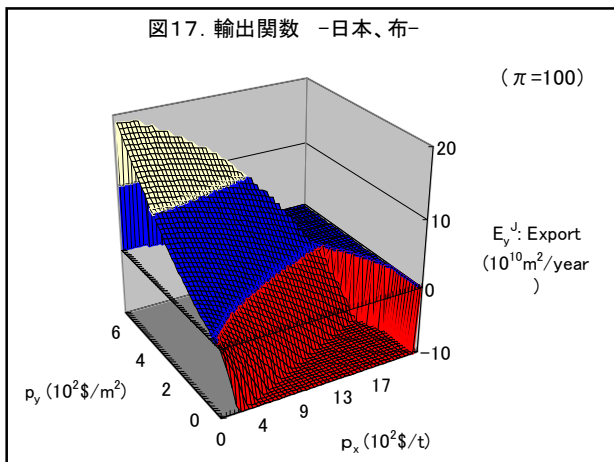


図18. 輸出関数 - 米国、麦 -

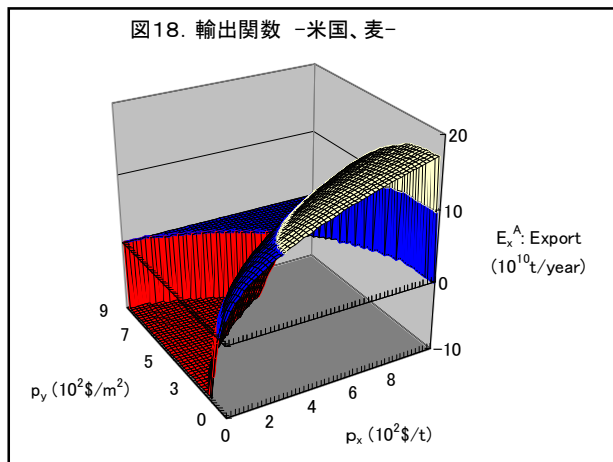
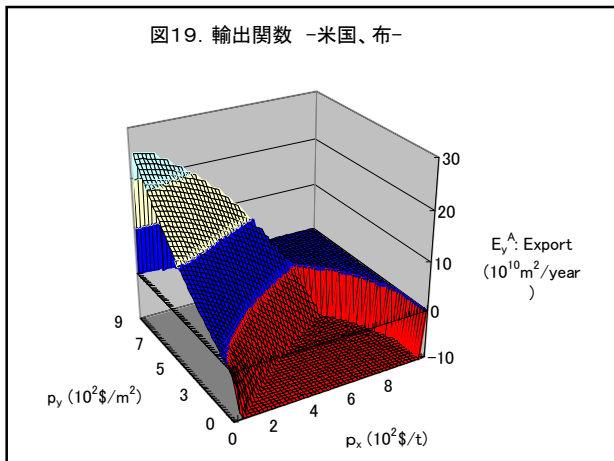


図19. 輸出関数 - 米国、布 -



#### 4. 3次元図表による貿易均衡点の考察

図20. 世界市場における供給関数 - 麦 -

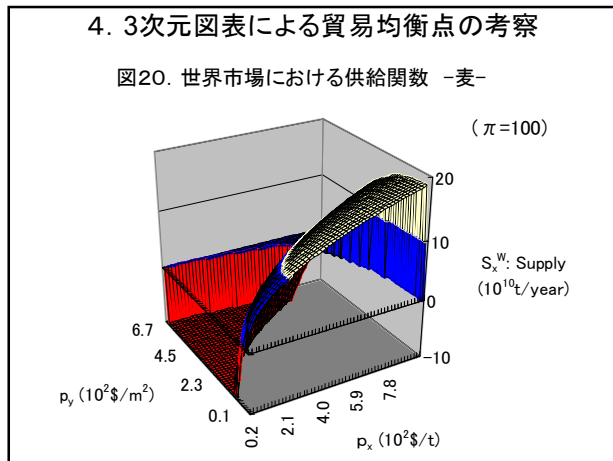


図21. 世界市場における供給関数 -布-

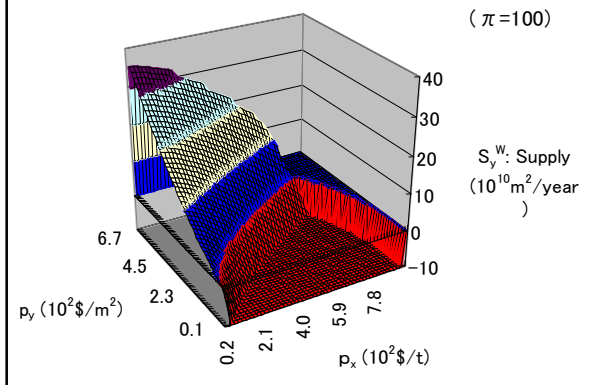


図22. “可能価格フロンティア”と貿易

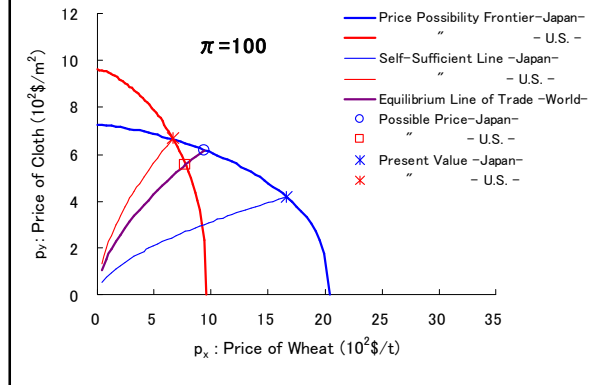


図23. piの下限

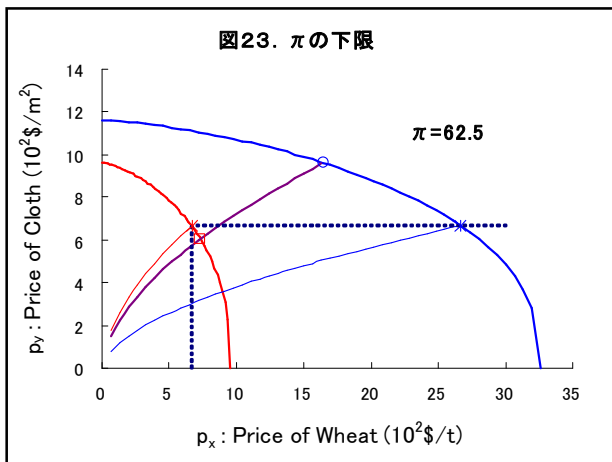
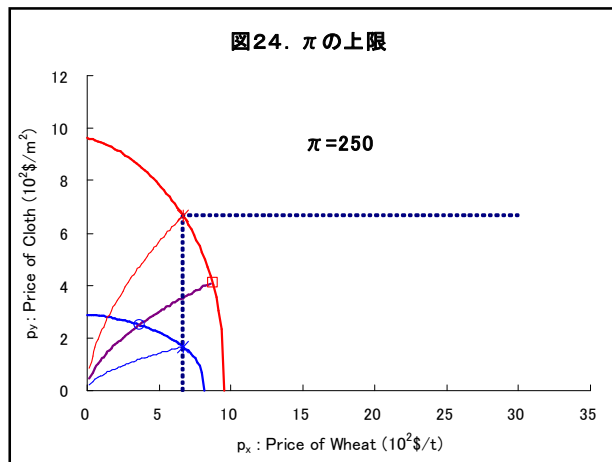


図24. piの上限



∴ 相互貿易が起こるための条件

$$62.5 < \pi < 250 \quad (\text{yen}/\$)$$

注) (1)式を仮定した場合には、各財の現時点の価格  $\bar{p}$  は、

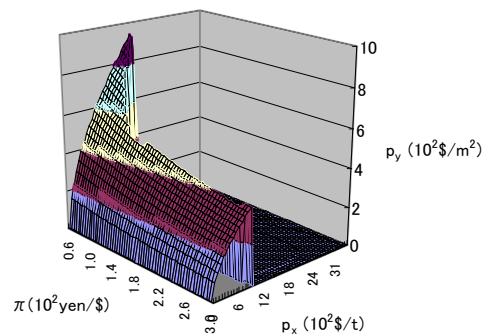
$$\bar{p} = \frac{w_j}{\alpha_j} \cdot \frac{1}{q_j}, \quad (\text{※ } p = \bar{p} \cdot \left(\frac{X}{\bar{X}}\right)^{1-\alpha_j}, \bar{X}: \text{現在の生産量})$$

∴ 相互貿易が行われるための条件は

$$\frac{\alpha_{cA}}{\alpha_{cj}} \cdot \frac{w_j}{w_A} \cdot \frac{\bar{q}_{cA}}{\bar{q}_{cj}} < \pi < \frac{\alpha_{wA}}{\alpha_{wj}} \cdot \frac{w_j}{w_A} \cdot \frac{\bar{q}_{wA}}{\bar{q}_{wj}}$$

∴  $\alpha_{cJ} = \alpha_{cA}$  かつ  $\alpha_{wJ} = \alpha_{wA}$  のとき (生産関数が日米で同一の場合) のみ、リカードモデルの場合と同じ範囲となる。

図25. 世界市場における各財の需給均衡面 - 麦および布に共通 -



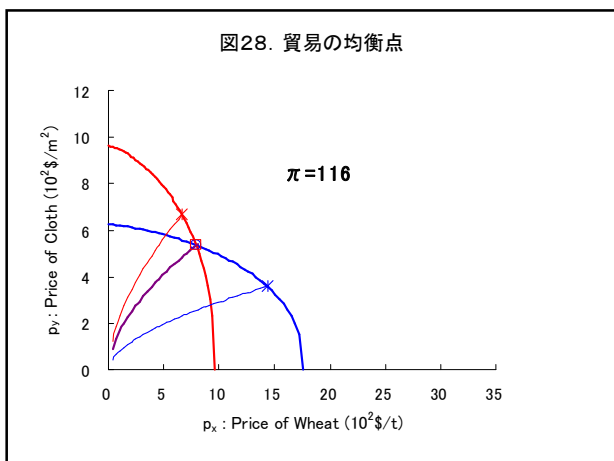
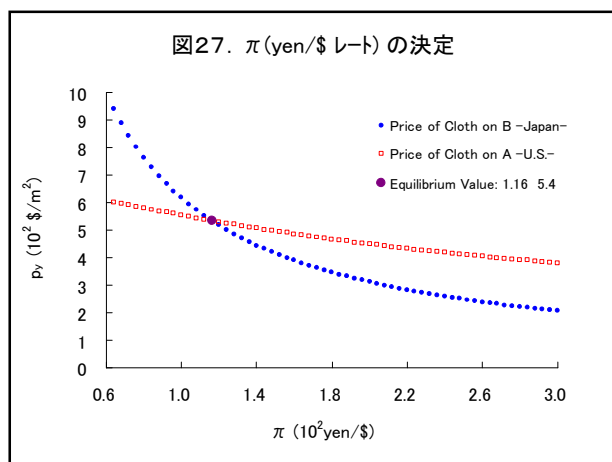
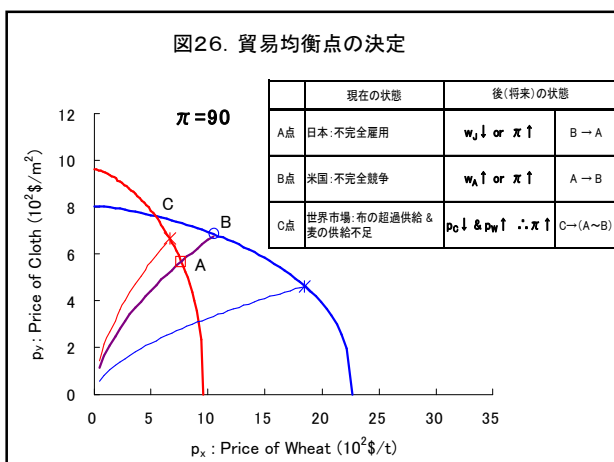


表3. 特化に伴う生産量等の変化

(10 <sup>8</sup> t/yr, 10 <sup>8</sup> m <sup>2</sup> /yr)	麦			布			
	日本	米国	世界	日本	米国	世界	
現在(特化前)の値	$S_0 (=D_0)$	15	60	75	10	20	30
	$E_0 (=S_0 - D_0)$	0	0	0	0	0	0
特化後の値	$S'$	11.6	64.6	76.3	18.2	14.4	32.6
	$D'$	20.5	55.8	76.3	5.1	27.5	32.6
	$E' (=S' - D')$	-8.9	8.9	0.0	13.1	-13.2	0.0
増加量	$\Delta S$	-3.4	4.6	1.3	8.2	-5.6	2.6
	$\Delta D$	5.5	-4.2	1.3	-4.9	7.5	2.6

表4. 特化に伴う価格の変化

(unit : t, or m <sup>2</sup> )		麦		布	
		日本	米国	日本	米国
現在(特化前)の価格 (p <sub>0</sub> )	(10 <sup>4</sup> yen/unit)	16.7	**	4.2	**
	(10 <sup>2</sup> \$/unit)	**	6.7	**	6.7
特化後の価格 (p')	(10 <sup>4</sup> yen/unit)	9.2		6.2	
	(10 <sup>2</sup> \$/unit)	7.9		5.4	
増加率 ( $\Delta p/p_0$ )	(%)	-45%	19%	49%	-20%

表5. 特化に伴う効用水準の変化

	日本	米国
現在(特化前)の値	U <sub>0</sub>	12.8
特化後の値	U'	13.0
増加分	$\Delta U$	+ 0.2

### 5. 収穫逓減効果が軽度の場合の計算例

表1. 作図に用いた生産関数パラメータ (その2)

	パラメータ	日本	米国
財1 (麦: x)	$\alpha_1$	0.9	0.9
財2 (布: y)	$\alpha_2$	0.9	0.9

図1. 生産関数 (その2)

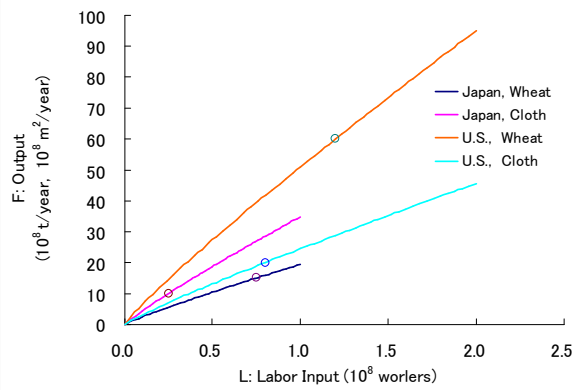


図2. 生産可能フロンティア (その2)

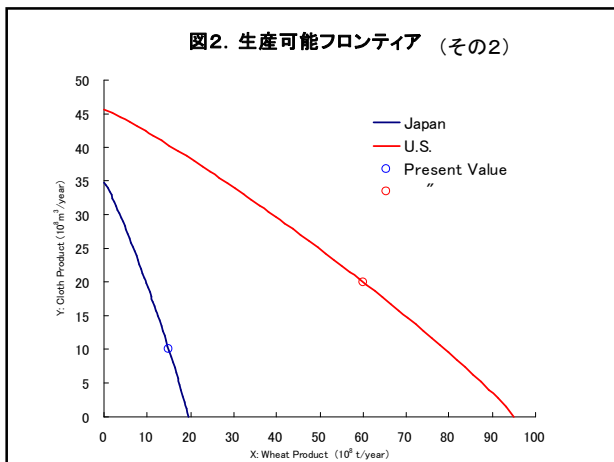


図6. 限界コスト曲線 (その2)

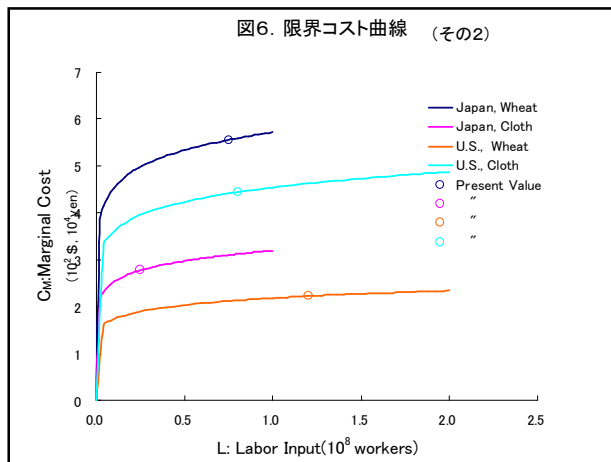


図7. 労働需要関数 - 日本 - (その2)

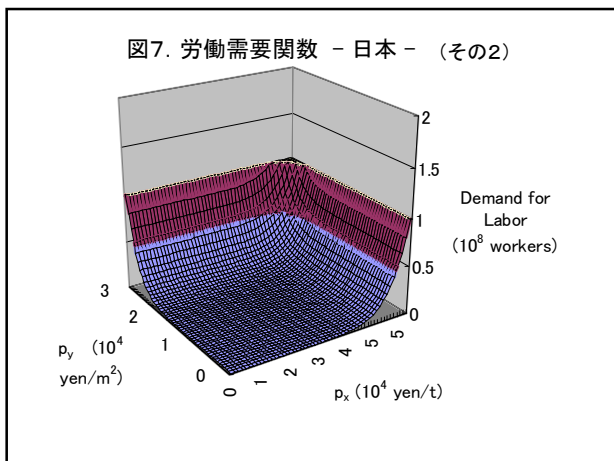


図8. 労働需要関数 - 米国 - (その2)

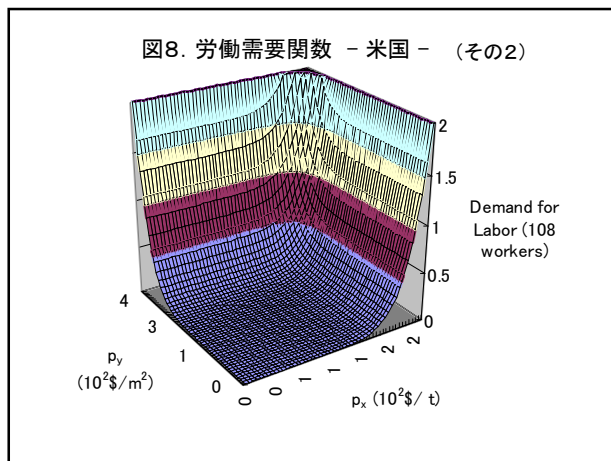




図10. “可能価格フロンティア” -日本- (その2)

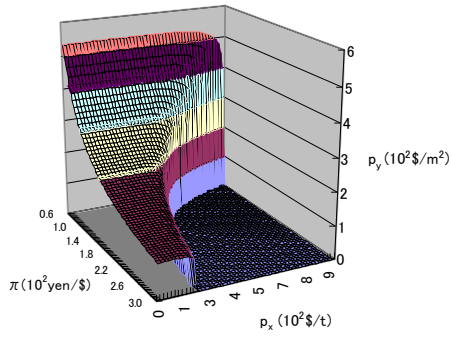


図11. “可能価格フロンティア” -米国- (その2)

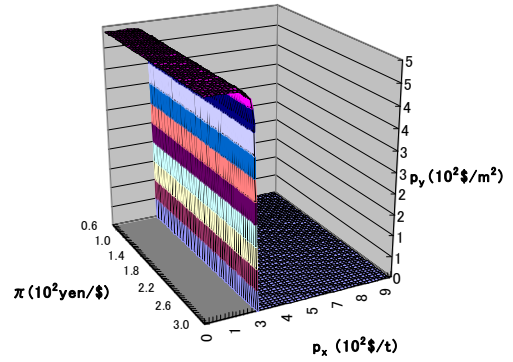


図22. “可能価格フロンティア”と貿易 (その2)

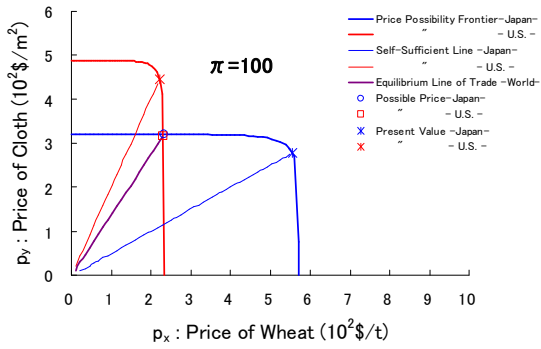


図27.  $\pi$  (yen/\$ レート) の決定 (その2)

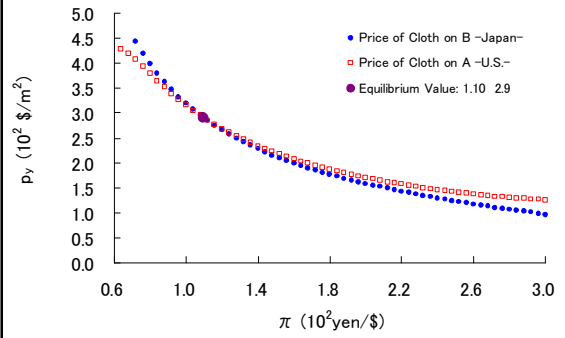


図28. 貿易の均衡点 (その2)

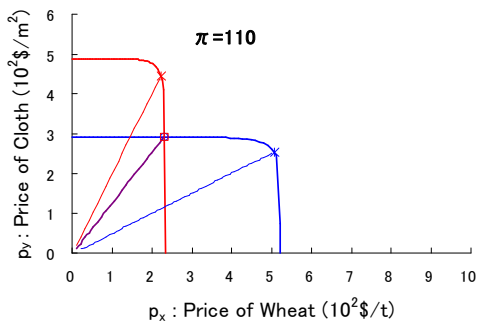


表3. 特化に伴う生産量等の変化 (その2)

	(10 <sup>8</sup> t/yr, 10 <sup>8</sup> m <sup>2</sup> /yr)	麦			布		
		日本	米国	世界	日本	米国	世界
現在(特化前)の値	S <sub>0</sub> (=D <sub>0</sub> )	15	60	75	10	20	30
	E <sub>0</sub> (≡S <sub>0</sub> -D <sub>0</sub> )	0	0	0	0	0	0
特化後の値	S'	0	84	84	35	0	35
	D'	33	50	83	9	27	35
	E'(≡S'-D')	-33	33	0	26	-26	0
増加分	ΔS	-15	24	9	25	-20	5
	ΔD	18	-10	8	-1	7	5

表4. 特化に伴う価格の変化 (その2)

(unit : t, or m <sup>2</sup> )		麦		布	
		日本	米国	日本	米国
現在(特化前)の値 (p <sub>0</sub> )	(10 <sup>4</sup> yen/unit)	5.6	**	2.8	**
	(10 <sup>2</sup> \$/unit)	**	2.2	**	4.4
特化後の値 (p')	(10 <sup>4</sup> yen/unit)	2.5		3.2	
	(10 <sup>2</sup> \$/unit)	2.3		2.9	
増加分 (Δp/p <sub>0</sub> )	(%)	-55%	4%	15%	-35%

表5. 特化に伴う効用水準の変化 (その2)

		日本	米国
現在(特化前)の値	U <sub>0</sub>	5.7	21.0
特化後の値	U'	8.2	21.2
増加分	ΔU	2.5	0.2

6. 収穫逓減効果が強度の場合の計算例

表1. 作図に用いた生産関数パラメータ (その3)

	パラメータ	日本	米国
財1(麦: x)	α <sub>1</sub>	0.2	0.2
財2(布: y)	α <sub>2</sub>	0.2	0.2

図1. 生産関数 (その3)

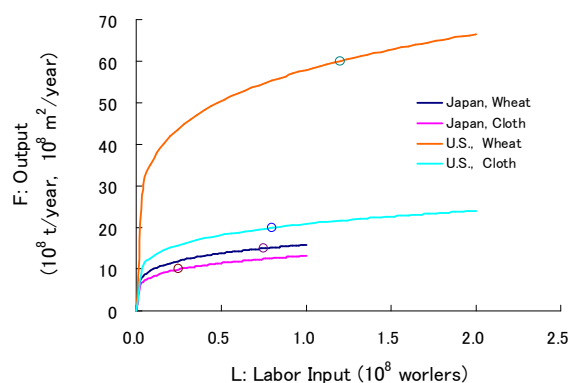


図2. 生産可能フロンティア (その3)

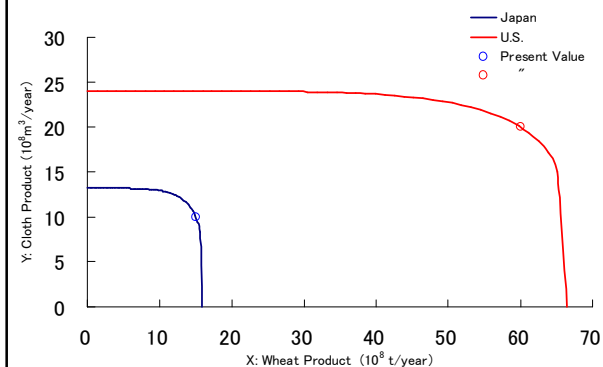


図6. 限界コスト曲線 (その3)

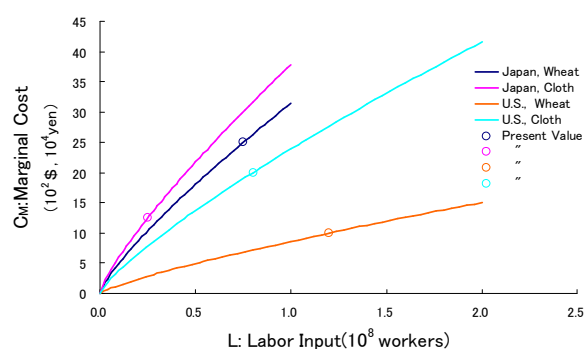


図7. 労働需要関数 - 日本 - (その3)

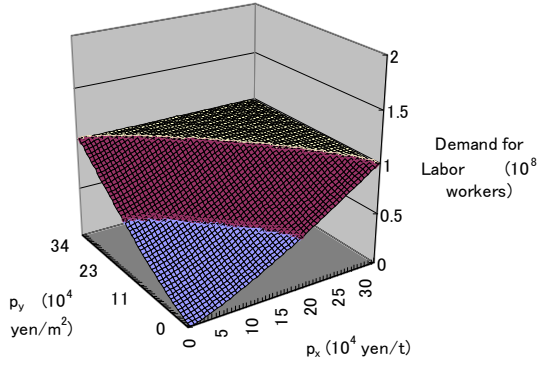


図8. 労働需要関数 - 米国 - (その3)

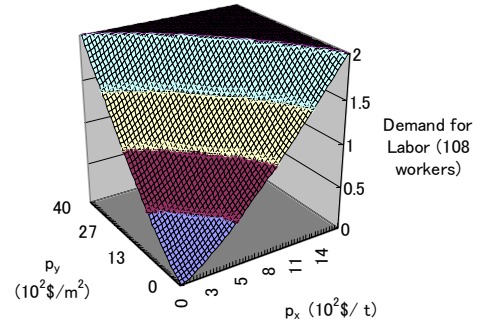


図10. “可能価格フロンティア” - 日本 - (その3)

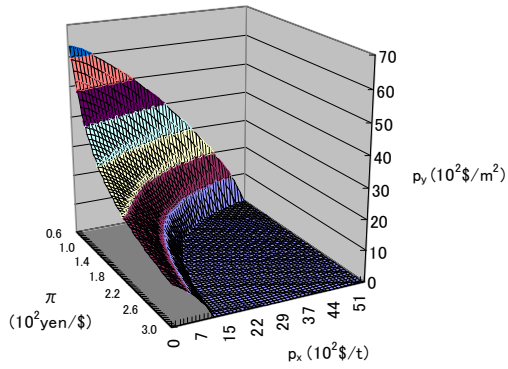


図11. “可能価格フロンティア” - 米国 - (その3)

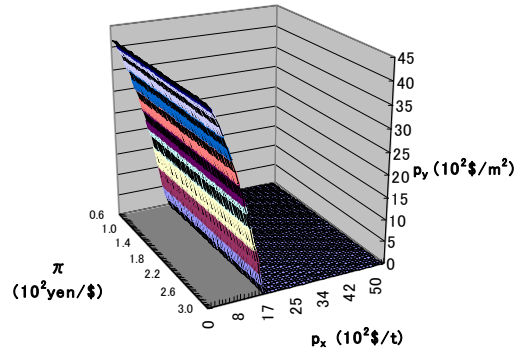


図22. “可能価格フロンティア”と貿易 (その3)

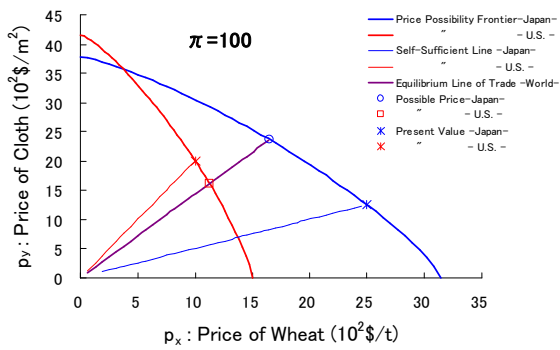


図27.  $\pi$  (yen/\$ レート) の決定 (その3)

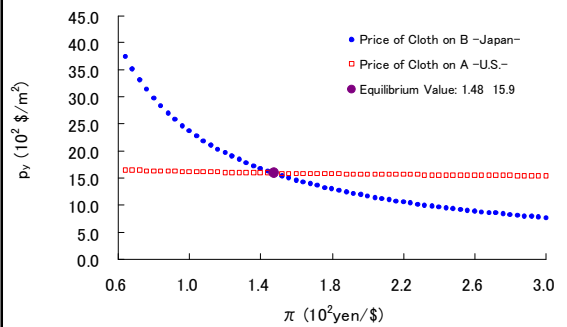


図28. 貿易の均衡点 (その3)



表3. 特化に伴う生産量等の変化 (その3)

(10 <sup>8</sup> t/yr, 10 <sup>8</sup> m <sup>2</sup> /yr)		麦			布		
		日本	米国	世界	日本	米国	世界
現在(特化前)の値	S <sub>0</sub> (=D <sub>0</sub> )	15.0	60.0	75.0	10.0	20.0	30.0
	E <sub>0</sub> (≡S <sub>0</sub> -D <sub>0</sub> )	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
特化後の値	S'	13.6	61.9	75.5	11.7	18.9	30.6
	D'	22.5	53.0	75.4	5.3	25.2	30.6
	E'(≡S'-D')	-8.9	8.9	0.0	6.4	-6.4	0.0
増加分	ΔS	-1.4	1.9	0.5	1.7	-1.1	0.6
	ΔD	7.5	-7.0	0.4	-4.7	5.2	0.6

表4. 特化に伴う価格の変化 (その3)

(unit: t, or m <sup>2</sup> )		麦		布	
		日本	米国	日本	米国
現在(特化前)の値 (p <sub>0</sub> )	(10 <sup>4</sup> yen/unit)	25.0	**	12.5	**
	(10 <sup>2</sup> \$/unit)	**	10.0	**	20.0
特化後の値 (p')	(10 <sup>4</sup> yen/unit)	16.7		23.4	
	(10 <sup>2</sup> \$/unit)	11.3		15.9	
増加分 (Δp/p <sub>0</sub> )	(%)	-33%	13%	87%	-21%

表5. 特化に伴う効用水準の変化 (その3)

	日本	米国
現在(特化前)の値	U <sub>0</sub>	21.0
特化後の値	U'	21.3
増加分	ΔU	0.3

7. 2国3財、3国3財、...、等の場合の貿易均衡点

注2)

- 2国2財の場合 →  $p_y = f(p_x, \pi)$ 、この方程式は、2次元空間  $\{p_x, p_y\}$  における ( $\pi$ をパラメータとする) 曲線を表す。
- 2国3財の場合 →  $\begin{cases} p_y = f_1(p_x, \pi) \\ p_z = f_2(p_x, \pi) \end{cases}$ 、この連立方程式は、3次元空間  $\{p_x, p_y, p_z\}$  における ( $\pi$ をパラメータとする) 曲線を表す。
- 3国3財の場合 →  $\begin{cases} p_y = f_1(p_x, \pi_1, \pi_2) \\ p_z = f_2(p_x, \pi_1, \pi_2) \end{cases}$ 、この連立方程式は、3次元空間  $\{p_x, p_y, p_z\}$  における ( $\pi_1, \pi_2$ をパラメータとする) 曲線を表す。

9. まとめ

当発表で提示した3次元図表による考察の手法  
→ 以下の点に若干の新規性?

- 生産関数に対する許容度大  
→ 基本的な性質を有する関数であれば分析可。
- 均衡貿易量のみならず均衡国際価格、均衡為替レートをも簡潔かつ包括的に考察しうる。
- リカードモデルとの関連が明瞭 ( $\alpha \rightarrow 1$ )。
- 貿易の均衡に到る調整過程の考察が容易。
- 多数国多数財の場合の均衡解の存在  
→ 図形より直感的に想像しうる。

以上