



RIETI Discussion Paper Series 09-J-011

地点(郵便切手)送電料金制のもとでの電力会社間精算

八田 達夫
経済産業研究所



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

<http://www.rieti.go.jp/jp/>

地点（郵便切手）送電料金制のもとでの電力会社間精算*

政策研究大学院大学

八田達夫

要旨

本稿は、地点料金制の下で、通り抜け区域の電力会社に対して周辺の電力会社が通り抜けのコストをどのように精算すべきかを考察する。

まず、電力会社間の融通送電従量料金を、新規参入者や大口の需要家が電力会社に対して支払う送電料金と全く共通の原理で課金すれば、各電力会社の料金収入を、その電力会社の送電ロスとちょうど見合うようにすることができることを示す。その場合、全国的な観点から最も効率的に送電ロスをコントロールすることができることも示される。

さらに、基本料金に関しても、通り抜け区域の電力会社に対して、周辺の電力会社を通常の注入者や引き出し者と同等とみなして課金することにより、建設インセンティブを担保できることを示す。この場合、「注入固定料金は上流区域で他区域より高く設定し、引き出し料金は下流区域で他区域より高く設定する」という北欧で採用されている固定料金の形が、通り抜け区域の送電線建設費の負担の軽減の観点からも望ましいことが示される。

*田中誠氏と戒能一成氏のコメントに感謝したい。残る誤りは、著者の責任である。

1. はじめに

地点料金制の基本的なアイデアは、全国的な観点から最も効率的に送電ロスを抑制し、送電混雑をコントロールできるように、全国の送電網の各地点において潮流方向に基づいた送電料金を地点別に設定することである。地点送電料金制の下では、与えられた地点の発電者は、送電ネットワークに電力を注入する際に、託送の需要家の立地点に関係なく定められた料金を支払う。また、与えられた地点の需要家は、送電ネットワークから電力を引き出す際に託送の供給先の立地点に関係なく定められた料金を支払う。注入料金も引き出し料金も、託送取引の相手の住所には関係なく、当事者の立地のみ依存して定められる。地点送電料金制は、「郵便切手送電料金制」とも呼ばれている。

相対取引のみの市場では、取引相手の立地によって異なる送電料金を課すことができる。しかし電力自由化が進展し、取引所取引が大きな割合を占める市場では、地点送電料金制を採用せざるを得ない。このため、地点料金制は、欧米を中心に自由化された電力市場で広く採用されている。

電力市場において地点別に料金を効率的に課金する方法は、Bohn et al. (1984) や Schweppe et al. (1988) 等により導出された。彼らは特に、地点別の課金により送電網の送電混雑を効率的にコントロールできることを明らかにした。その後、Hogan (1992) や Chao and Peck (1996) により、送電権の議論も含め地点料金制の発展がなされた。

効率的に設計された地点料金制は、電力の買い手と売り手に立地に関する正しいインセンティブを与えるだけでなく、一つの電力会社の供給区域の中における料金設定である場合には、料金が、電力ネットワーク全体に発生する送電ロスをカバーするため、送電線建設の意欲を阻害しないというメリットがある。

ただし複数の供給区域を越えて送電される場合には、地点料金制度の下で各電力会社が得る料金収入が、その電力会社管轄地区の送電ロスに必ずしも対応しなくなる。例えば、九州の新規参入者が関西の需要家に託送する場合、地点送電料金制だ

けでは九州電力と関西電力には料金が入るが、「通り抜け」送電線を持つ中国電力には何も入らない。このため各社の送電ロスや送電線建設費用に応じた電力会社間の料金収入の調整あるいは**精算**が必要になる。これが一つの電力会社が他の電力会社から徴収する融通送電料金の役割である。

本稿では、第Ⅰ部で電力会社間の従量料金に関する融通送電料金を分析する。隣接する電力会社に対して通常の新規参入者や大口の需要家が電力会社への課金と同様の原理で課金すれば、各電力会社の従量料金からの料金収入を、それぞれの電力会社の送電ロスとちょうど見合うようにできることを示す。

第Ⅱ部は、基本料金に関する電力会社間の精算制度を分析する。ある電力会社（「通り抜け電力会社」）の供給区域を他区域の発電者や受電家が通り抜ける託送を行う場合、固定料金の精算制度を適切に設計すれば、当該通り抜け電力会社の固定費用を、精算料金収入を含めた料金収入でまかなうことができることを示す。これによって、通り抜け電力会社の送電線建設意欲を削がないようにすることができる。このように設計された注入基本料金は、潮流の川上ほど高く、引き出し基本料金は、潮流の川下ほど高いことを示す。

上記文献では、一つの電力会社の供給区域の中における料金設定が論じられているため、ここで分析対象としているような複数の電力会社間の精算問題が扱われていない。さらに、従来は混雑中心の議論が多く、複数電力会社間のロス費用や建設費の精算の分析が手薄であった。本論文では、混雑がないケースを考えることによって、複数電力会社間のロス費用および送電線建設費の精算に焦点を絞る。このモデルは混雑コストの精算を分析するための基礎モデルともなる。

第 I 部 従量料金

2. 限界託送費用と限界地点出入費用

送電ロスに関する地点別の料金制度は、Stoft (2002)や八田 (2004) 等で詳細に論じられている。限界託送費用と限界地点出入費用を定義し、それらの特徴や関係をまとめておこう。¹

2.1 限界託送費用

まず、地点 i の供給者と地点 j の需要家とが相対 (あいたい) 取引を行っている場合を考え、その取引量が 1kW 増えるとき、その結果生じる送電網全体における送電ロスの増大を、地点 i から地点 j への**限界託送費用**と定義し、 L_{ij} と書く。電流は地点 i から地点 j に向かって流れているとしよう。潮流方向に沿った送電の増加は、潮流に沿った送電量の流れを増やし送電ロスを増加させるため、 L_{ij} はプラスである。これとは反対に、潮流方向に逆行する送電は、結果的に潮流に沿った送電量を減らすため、 L_{ij} はマイナスである。さらに、限界託送費用の絶対値は、両方向とも同じである。したがって、

$$L_{ij} = -L_{ji} \tag{1}$$

が成り立つ。

¹八田 (2004) 参照。ただし同論文で限界地点引き出し費用と限界地点注入費用と呼ばれているものの総称が、限界地点出入費用である。

2.2 限界地点出入費用

次に、全国の需要家と供給者が一つの前日スポット市場で結ばれている場合を考える。地点*i*の発電所がもう 1kW の発電を増やして前日スポット市場に注入した場合に発生する送電ロスの増加を、システムへの注入増が引き起こす**地点*i*における限界注入費用**と呼び、 L_i^{IN} と書く。

電力システムは、同時同量を要求するから、注入量の増大は、システム全体として同量の引出し増加を伴わねばならない。スポット市場に注入される場合には、その分スポット価格が下がることにより、各地点における需要量の増加がもたらされることを通じて同時同量の実現される。²したがって、地点*i*における限界注入費用とは、「注入地点における注入増がもたらす各地点における需要量の増加」に対応した送電変化によって発生するロス変化の総計である。(実際の測定にあたってはシミュレーションを用いたり、上の原則を何らかの仮定の下に近似したりする。)

地点*i*の買い手が、もう 1kW を前日スポット市場から追加的に買うときに起きる送電ロスの増加を、**地点*i*における限界引出し費用**といい、 L_i^{OUT} と書く。限界注入費用と限界引出し費用を総称して**限界地点出入費用**という。

ところで、スポット市場に与えるインパクトの観点からは、ある地点の発電所が追加的に 1kW 注入することは、その地点における需要家が 1kW 分引き出しを減らすことと等しい。任意の地点で

$$\text{限界注入費用} = -\text{限界引き出し費用}$$

が成り立つ。すなわち、地点*i*で

$$L_i^{IN} = -L_i^{OUT} \tag{2}$$

が成り立つ。

² 3.2 節参照

さらに、供給超過地（例えば青森）では、注入の増加は、潮流方向の送電量を増やすから注入の送電ロスがプラスである。このことから、表 1 で示されるように次が成り立つ。

供給超過地（例えば青森）においては、限界注入費用がプラス、限界引出し費用がマイナスの値をとる（両者の絶対値は等しい）。 (3a)

他方、需要超過地（例えば東京）においては、限界注入費用がマイナス、限界引出し費用がプラスの値をとる。 (3b)

表 1 限界引出し費用と注入費用の符号

	供給超過地 (例:青森)	需要超過地 (例:東京)
限界引出し費用	－	＋
限界注入費用	＋	－

2. 3 限界託送費用と限界地点出入費用との関係

ある区間を1kW 追加的に託送することは、注入地点で1kW 追加的に注入し引き出し地点で1kW 追加的に引き出すことである。したがって上の二つの概念の間には次の関係が成り立つ。「それぞれの区間の限界託送費用は、注入点における限界注入費用と引き出し点に置ける限界引き出し費用の和に等しい。」

これを、定式化すると、次が成り立つ。

地点 i から地点 j への限界託送費用
= 地点 i における限界注入費用
+ 地点 j における限界引き出し費用

すなわち

$$L_{ij} = L_i^{IN} + L_j^{OUT} \quad (4)$$

供給超過地 i から需要超過地 j に送電する場合は、(3a) から L_i^{IN} はプラスであり、(3b) から L_j^{OUT} もプラスである。したがって、限界託送費用はプラスになる。需要超過地 j から供給超過地 i に送電する場合はマイナスの値をとる。

3. 限界託送費用と通り抜け：3地点数値例

以下では、3地点の数値例モデルで限界託送費用と限界地点出入費用との関係进行分析しよう。

3.1 3地点間限界託送費用

ABCの3地点を送電線が結んでいる場合、次の命題が成り立つ。

命題1. 地点Aで注入して地点Cで引き出す場合の限界託送費用は、地点Aで注入して地点Bで引き出す場合の限界託送費用と、地点Bで注入して地点Cで引き出す場合の限界託送費用との和である。すなわち、

$$L_{AB} + L_{BC} = L_{AC} \quad (5)$$

が成り立つ。

証明 (4)式から

$$L_{AB} = L_A^{IN} + L_B^{OUT} \quad (6)$$

$$L_{BC} = L_B^{IN} + L_C^{OUT} \quad (7)$$

が成り立つ。一方、(2)から $L_B^{IN} = -L_B^{OUT}$ であるからこれは、

$$L_{AB} + L_{BC} = L_A^{IN} + L_C^{OUT} \quad \text{を意味する。} \quad (4) \text{からこの式の右辺は } L_{AC} \text{ である。}$$

3.2 物理的与件としての送電ロスの数値例

限界託送費用と限界地点出入費用との関係をわかりやすくするために簡単な数

値例を用いて論じよう。

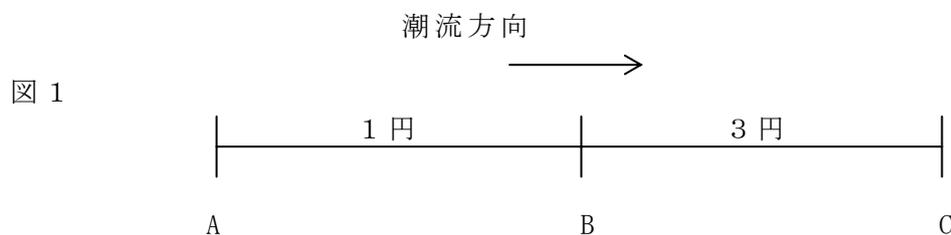


図 1 では A, B, C の 3 地点を送電線が結んでおり、潮流の方向は矢印が示すように A から C に向かっている。このとき、 AB 間の潮流方向の送電ロスを経額表示すると 1 円であり³、 BC 間は 3 円であるとする。この場合 AC 間の限界託送費用は、これらの和である 4 円になる。なお、逆方向の送電による限界託送費用はこれらにマイナスをつけた値である。⁴

表 2 は各地点間を送電する際に発生する送電ロス L_{ij} を図 1 に基づいて示している。例えば、地点 A から地点 B までの限界託送費用 1 円は⑪に、地点 B から地点 C までの限界託送費用 3 円は⑫に、それらの和である AC 間の限界託送費用は⑬に示されている。これらの値が、前節で述べた限界託送費用に等しい。またこの表において、(1)式が成立していることを確かめよう。例えば、 $L_{AB} = 1$ である一方で $L_{BA} = -1$ である。また $L_{AC} = 4$ である一方で $L_{CA} = -4$ である。

³ スポット市場価格によって金額換算されている。

⁴ 但し、例えば中国電力から関西電力への年平均の送電ロスは、逆方向の年平均送電ロスにマイナスをつけたものではない。現実には、逆方向に流れている時点での潮流が、順方向に流れているときの潮流と異なるからである。送電従量料金を、季節や朝夕ごとに、潮流が安定している時間帯ごとに設定すれば、順方向の送電ロスは逆方向の送電ロスにマイナスを付けたものに極めて近くなる。

表 2 送電ロス

需要地点 供給地点	A	B	C
A	L_{AA} 0	⑪ L_{AB} 1	⑬ L_{AC} 4
B	L_{BA} - 1	L_{BB} 0	⑫ L_{BC} 3
C	L_{CA} - 4	L_{CB} - 3	L_{CC} 0

3.3 各地点における限界純需要増

次に、図 1 の 3 地点の需要家と供給者が一つの前日スポット市場で結ばれている場合を考える。システムへの 1kW の注入が地点 j において引き起こす内生的な純需要量（引き出し量マイナス注入量）の増加を、システムへの注入増が引き起こす**地点 j における限界純需要増**と呼び、 m_j と書く。地点 j における限界純需要増は、価格下落の結果であるから、引き出し地点である j には依存するが、注入地点がどこであるかには全く依存しないことには注意しよう。なお注入地点においては、内生的な純需要の増加から 1 kW（外生的な純需要の減少）を差し引いたものが、結果的な純需要の増加となる。

なお m_j をすべての j について合計すると、1 になる。すなわち、注入量と同一となる。

3.4 限界地点出入費用

地点 i の発電所がもう 1kW 発電を増やして前日スポット市場に注入した場合に発生する送電ロスの増加を、地点 i における**限界注入費用**と呼び、 L_i^{IN} と書いた。これは、全国各地点における限界純需要増と、それぞれの地点への単位あたり送電ロスとの積になる。したがって、図 1 の A、B、C の 3 地点モデルでは、例えば次のように書ける。

$$L_A^{IN} = m_B L_{AB} + m_C L_{AC} \quad (8)$$

$$L_B^{IN} = m_A L_{BA} + m_C L_{BC}$$

この場合、逆にある地点で引き出しが 1kW 増えると、価格が増大するからすべての地点での需要量の減少をもたらし、引き出しが減少する。上の設定の下での、各地点における限界引出し費用 L_i^{OUT} は、(2)から、限界注入費用に負の符号をつけたものに等しい。

3.5 送電ロス的前提の下での限界地点出入費用：数値例

上の(8)式の m_j は、実際にはスポット市場の各地点における需要と供給の弾力性に依存している。しかしここでは、簡単のために、

ある地点において注入が 1kW 増えると、スポット市場の価格が減少した結果、すべての地点でこれまでの需要量の比例的な増加が起こると想定しよう。さらに供給側は価格変化に対して非弾力的である

と想定しよう。この想定の下では、ある地点において注入が 1kW 増えると、すべての地点でこれまでの需要量に比例した引き出しの増加が起こる。すなわち、 m_j は、システム全体における総需要量に対する地点 i における需要量の比率に等しい。(ノルウェーでは現実にこの方式を近似として採用している。)

ここでは、図 1 の各地点間の限界託送費用の数値例の下で、各地点における限界注入費用と限界引出費用とを導出しよう。

まず、各地における需要量と供給量が表 3 に示されているとおりであるとしよう。上の想定の下では、 m_j は、システム全体における総需要量に対する地点 i における需要量の比率に等しいから、表 3 の一番下の行に書かれたものようになる。これ

と(8)式および表2から次が得られる。

$$L_A^{IN} = \frac{2}{7}L_{AB} + \frac{3}{7}L_{AC}$$

$$= \frac{2}{7}1 + \frac{3}{7}4$$

$$= 2$$

$$L_B^{IN} = \frac{2}{7}L_{BA} + \frac{3}{7}L_{BC}$$

$$= \frac{2}{7}(-1) + \frac{3}{7}3$$

$$= 1$$

これに基づいて限界注入費用をリストしたのが表4の第3行目である。

なお、表4の第3行目の符号を逆転させることによって、同じ表の2行目の限界引出し費用が得られる。

3.6 限界地点出入費用と通り抜けを伴う限界託送費用

表4に示された各地点の限界費用と(4)式をもとに各地点間の限界託送費用を算出すると、表2の限界託送費用の表が得られることが確かめられる。すなわち、表4の地点限界費用のもとでは、命題1が成り立つことが確認できる。

4. 地点送電料金制：1 電力会社モデル

4.1 地点送電料金制の下での託送料金

一電力会社・複数地点モデルを考えよう。地点送電料金制を次によって定義する。

地点送電料金制とは、発電者は注入地点で、この区域における限界注入費用に等しい**注入料金**を支払い、需要者は引き出し地点で、この区域における限界引出し費用に等しい**引出し料金**を支払う制度である。

この料金制は、(3a)から明らかなように、供給超過地では、供給者に課金し、需要家に補助金を与える。このため供給超過地では、発電を抑制し、需要を促す効果をもつ。他方、需要超過地では、(3b)から明らかなように、供給者に補助金を与え需要家に課金することになる。このため需要超過地では、発電を促し需要を抑制する効果をもつ。八田（2004）では、地点送電料金の効率性について詳細に論じている。

なお、この制度の下では、地点 i から地点 j へ託送する場合に、売り手と買い手が電力会社に支払う注入料金と引き出し料金の合計を、地点 i から j へ託送する場合の、地点送電料金制度の下での**託送料金**と呼ぶ。(4)式から、次が成り立つ。

命題 2. 地点送電料金制度のもとでは、地点 i から地点 j への託送料金は、地点 i から地点 j への限界託送費用に等しい。(1)から明らかなように、潮流の方向に沿う送電にはプラスの限界託送費用に見合った課金が行われ、潮流に従う送電には補助金が与えられることになる。

命題 1 と命題 2 から次が成り立つ。

命題 3. 表 4 の地点送電料金制度のもとでは、地点 A から地点 C に直売されても、地点 B で仲買業者によって通り抜けされても、最終的に電力会社が受け取る送電料金の総計は同一である。

4.2 数値例

図 1 の地点 A, B, C が一つの電力会社の管内にある場合を考える。地点送電料金制の下では図 1 の各地点における引き出し料金と注入料金を表 4 のように設定することになる。

表 4 の「地点送電料金」のもとで各地点間で託送する場合の「託送料金」が、表 5 に示されている。(例えば、地点 A の新規参入者が地点 C の需要家に送電する場合には、表 4 の地点 A における①供給側料金 2 円と、地点 C における②需要側料金 2 円の和である①+②=4 円を、託送料金として支払うことになる。これは表 5 の④として記されている。⁵⁾

表 3 各地点の需要量と供給量 (単位は kW)

地 点	A	B	C	計
需要量	2 万	2 万	3 万	7 万
供給量	3 万	3 万	1 万	7 万
注入 1kW が生む 限界純需要量	$m_A = \frac{2}{7}$	$m_B = \frac{2}{7}$	$m_C = \frac{3}{7}$	1

表 4 限界地点出入費用 (= 地点送電料金)

地 点	A	B	C
限界引出し費用	- 2	③ - 1	② 2
限界注入費用	① 2	1	- 2

⁵⁾ 地点 A の新規参入者が地点 B の需要家に送電する場合には、表 4 から地点 A における①供給側料金 2 円と地点 B における③需要側料金 - 1 円の和である①+③=1 円を、送電料金として支払うことになる。これは表 5 の⑤に記されている。地点 B の新規参入者が地点 C の需要家に送電する場合には同様に 1 + 2 = 3 となり、表 5 の⑥として記されている。

表 5 地点間託送料金表

需要地点 供給地点	A	B	C
A	0	⑤ 1	④ 4
B	- 1	0	⑥ 3
C	- 4	- 3	0

$$\textcircled{4} = \textcircled{5} + \textcircled{6}$$

図 1 から導き出した表 2 と、表 4 から導き出した表 5 とは、比較すると全く同一である。これから命題 2 が確認できる。

例えば、A→B 区間では送電ロスも託送料金も 1 円である。B→C 区間では、送電ロスも託送料金も 3 円になっている。さらに A→C 区間では、送電ロスも託送料金もそれぞれ 4 円になっている。

例えば、表 5 によれば地点 A から地点 B にいったん託送し、地点 B の仲買人が地点 C に転売すると、A から C に到着するまで ①+②= 1 + 3 = 4 円 かかる。直売の場合と同じである。これから、命題 3 も確認できる。

5. 電力会社間の料金精算制度：複数電力会社モデル

新規参入者とその需要家との送電線が通り抜け電力会社を通る場合を考える。このため、図2に描かれた地点送電料金制を検討しよう。

地点送電料金制によって、電力の潮流に基づいた地点送電料金を設定することで、全国的な観点から最も効率的に送電ロスをコントロールすることができる。ただし全国が複数の電力会社の供給区域に分割されているときには、地点送電料金制度の下では、各電力会社が得る料金収入が、その電力会社管轄地区の送電ロスに必ずしも対応しなくなる。

例えば、九州の新規参入者が関西の需要家に託送する場合、九州電力と関西電力には料金が入るが、中継線を持つ中国電力には何も入らない。このため、地点送電料金制度に併用して、各社の送電ロスに応じた電力会社間の料金収入の精算制度が必要になる。

そのことを具体的に数値例で考えよう。まず、図2のA, B, C, Dの4地点が九州電力・中国電力・関西電力と次の関係を満たしているとしよう。

3 電力会社モデル

AB区間は九州電力、BC区間は中国電力、CD区間は関西電力が保有しているとする。さらに各区間で電力潮流は、一貫してAからDへの方向であるとする。⁶

表6は各地点の限界地点出入費用を示している。地点送電料金制の下では、この表は各地点における地点送電料金を示している。新規参入者が地点Aから地点Dに送電する場合、地点Aにおける⑦供給側料金3円と地点Dにおける⑧需要側料金3円を合わせて6円が送電料金となる。これは、図2から明らかのように、地点Aか

⁶ もし通り抜け区域BCで潮流が逆方向ならば、命題4は修正を必要とする。これは戒能一成氏の御指摘による。

ら地点 D への送電ロスの和に等しい。

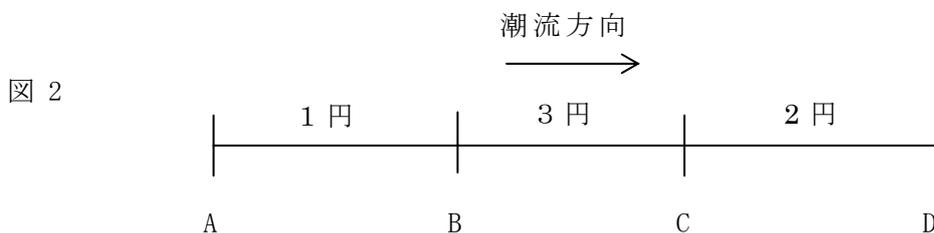


表 6 地点送電料金表

地 点	A	B	C	D
需要側料金	- 3	- 2	1	⑧ 3
供給側料金	⑦ 3	+ 2	- 1	- 3

しかし電力会社間に精算システムがない場合には、九州電力と関西電力だけが料金収入を得ることになり、通り抜けをする中国電力には何らの料金収入が入らないことになる。言い換えると、この料金システムのもとでは九州電力や関西電力は送電ロスに比べて過大な料金収入をあげている。このように、**地点送電料金制を電力会社間の料金精算制度なしに採用すると、各電力会社が所有する送電線の送電ロスと料金収入とにギャップが生じてしまう。**⁷

このギャップを取り除くために、以下のような電力会社間の精算制度を導入しよう。

複数電力会社モデルにおける**地点料金精算制度**とは、次の制度である。

- ①託送利用者は、地点料金制度に従う。
- ②その上で、各電力会社は、隣接する電力会社を自社の送電線に接続する新規参入者あるいは需要家としてみなして、地点送電料金制に基づいた注入料

⁷ 図 2 のように、通り抜け地区を挟んだ送電ではなく、2 地区 3 地点の間の送電でもこのギャップは生じる。地点 A から地点 C へ送電する場合の地点送電料金が表 4 に記されている。この表の場合には、地点 A から地点 C への追加的な送電に対して九州電力には 2 円の料金収入（限界注入費用に等しい）が入り、中国電力には地点 C において 2 円の料金収入（限界引き出し費用に等しい）が入る。図 1 から明らかのように、この料金制度のもとでは九州電力にはコストを上回る料金収入が入り、中国電力にはコストを下回る料金収入しか入らない。

金と引出し料金を課す。(したがって一つの電力会社は、隣接する電力会社を自社の送電線に接続する発電者あるいは需要家としてみなして送電料金をとると同時に、自社がその隣接電力会社への発電者、あるいは需要家になったとみなした送電料金を支払う。)

この制度の下では(5)から次が成り立つ。

命題 4. 3 電力会社モデルにおける地点料金精算制度のもとでは、それぞれの電力会社が、自己の送電線で発生した限界託送費用に等しい料金収入を得る。

証明 3 電力会社モデルでも、地点 i における限界注入費用を L_i^{IN} 限界引き出し費用を L_i^{OUT} と書こう。

まず、地点 A から地点 D に追加 1 単位の託送が行われるケースを考えよう。この場合九州電力で発生する限界託送費用は(6)で定義される L_{AB} 、中国電力で発生する限界託送費用は(7)で定義される L_{BC} 、さらに関西電力で発生する限界託送費用は(4)で定義される L_{CD} である。

一方、地点料金精算制度の下では、地点 A から地点 B に追加 1 単位の託送が行われる場合、九州電力は命題 2 における発電者から L_A^{IN} の注入料金を取り、地点 B において中国電力に対して L_B^{IN} の注入料金を支払う。したがって料金収入は、 $L_A^{IN} - L_B^{IN}$ になる。これは、(2)より $L_A^{IN} + L_B^{OUT}$ と書き直せるから(6)で定義される L_{AB} になり、料金収入は、限界託送費用に等しい。これから、九州電力に関しては、命題 4 が得られる。次にこの場合、中国電力は、命題 2 に基き、地点 B において九州電力から L_B^{IN} の注入料金を取り、地点 C において関西電力に対して L_C^{IN} の注入料金を払う。従って料金収入は、 $L_B^{IN} - L_C^{IN} = L_B^{IN} + L_C^{OUT}$ となる。これから、中国電力に関しても命題 4 が得られる。関西電力に関しても同様である。

次に、地点料金精算制度の下で、地点 A から地点 C に追加 1 単位の託送が行われるケースを考えよう。この時、(6)と(7)から九州電力で発生する限界託送費用は L_{AB} 、中国電力で発生する限界託送費用は、 L_{BC} である。これと命題 2 から、命題 4 が得

られる。他のケースも同様である。

地点 A から地点 D に 1kW 送電が行われた場合に各電力会社が各地点で受け取る送電料金の数値例が表 7 に示されている。⁸ 最後の列には**各社が受け取る送電料金の総計が示されている**。この列と図 2 を比べると、各社の送電ロスと料金収入が等しくなっていることがわかる。

表 7 地点 A から地点 D に直売されたとき各電力会社が各地点で受け取る料金収入

	A	B	C	D	計
九州電力	3	- 2			1
中国電力		2	1		3
関西電力			- 1	3	2

このような精算システムを採用すると、新規参入者とその需要家はそれぞれの接続地点でのみ料金を払っているにも関わらず、通り抜けしている中国電力もその送電ロスに見合った形で精算を受けることになる。

これは、地点 A から地点 C に送電される場合も全く同様である。地点 A から地点 C に電力が 1kW 流れる場合、九州電力は、地点 B における中国電力への供給者として、表 4 が示す供給料金 1 円を支払う。(中国電力は、九州電力が自社に接続している新規参入者であるという立場から供給者料金 1 円を受け取る。)

九州電力は、地点 A における送電料金収入 2 円から地点 B での料金支払いを差し引くと、ネットで 1 円の送電料金収入を得る。図 1 から明らかなように、これは九州電力の送電ロスに等しい。

一方、中国電力は地点 C において需要家から得る需要側料金 2 円と、地点 B で九

⁸ この場合、例えば地点 B における料金収入は、九電が - 2 円で中国電力が 2 円であることを表 5 の列 B が示している。従って、地点 B における精算では、九電が中国電力に対して 2 円支払っている。もともとの表 5 によって、地点 B における九州電力と中国電力間の精算の方法を見ると、中国電力の送電線に地点 B において接続している発電会社として、九電は中国電力に対して 2 円の料金を払う。一方で、同じことだが、九電の送電線の地点 B における需要家として中国電力は九電に対して - 2 円支払っている。(すなわち 2 円受け取っている。)

州電力から1円の供給側料金を得る。合わせて、中国電力は3円の料金収入を得る。

図1から明らかなようにこれは中国電力の送電ロスに等しい。

しかし、これは当然である。上の精算システムのもとでは、地点Bで通り抜けされた場合とまったく同額の料金収入を中国電力は得るからである。

第Ⅱ部 基本料金

6. 固定費用を賄うための基本料金

6.1 基本料金の制度設計の要件

これまで、可変費用を従量料金によってまかなう料金制を考えた。各地点における受電と送電の従量料金の設計は、各地点における発電量および受電量に影響を与える。したがって、全体の送電ロスを最小化するためには、地点ごとに従量料金を設計する必要がある。

次に、基本料金による固定費用の償還を考えよう。基本料金の制度設計は、発電量、受電量に影響を与えないが、発電者、受電者の立地には、影響を与えうる。しかし、本稿では、簡単のために、発電者および受電者の立地は既定であり、基本料金によって影響を受けない場合を考える。

その場合でも、基本料金の設計がステークホルダーの行動に影響を与え得る。設計のあり方によっては、送電会社が送電線の増強を断わるインセンティブを作り出す可能性がある。例えば九州から関西に送電する場合に、中国電力の供給区域を通過しなければならない。(このように「通り抜け」られてしまう中国電力のような供給区域を「通り抜け区域」と呼ぼう。)この場合に、九州の発電者や関西の受電者が、何らかの形で「通り抜け区域」中国電力に対して送電線の費用の負担をする仕組みがなければ、中国電力は十分な送電線の建設の意欲を失うであろう。

以下では、基本料金が通り抜け区域の送電線建設の意欲を削ぐ事態を発生させない電力会社間精算制度を考えよう。

6.2 2区域モデル

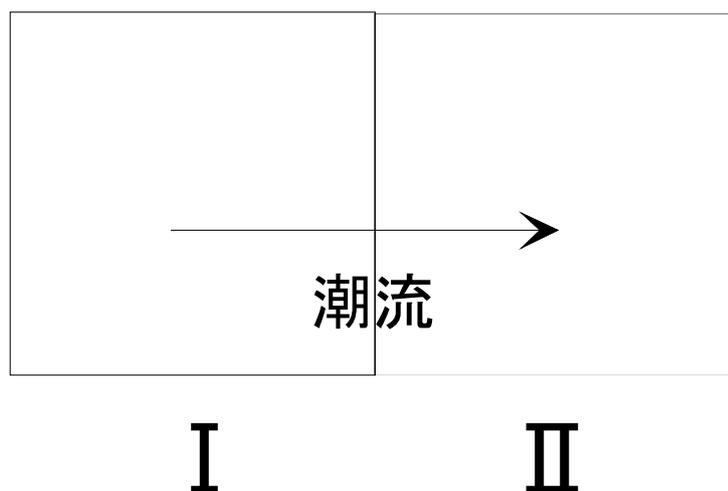
まず、図3に示されるようなⅠとⅡの2区域モデルを考える。各区域の送電会社は、基本料金によってその区域の送電線建設コストを賄うことを原則とする。その場合、基本料金は受電側にも送電側にもかけなければならない。例えば区域Ⅰに発

電所のほとんどが集中している場合、送電会社のみにかかるるとすると、区域Ⅱの送電会社には基本料金収入がほとんどなくなってしまい、固定費用が賄えなくなる。

したがって以下では、各区域ごとに、その区域の送電網の建設コストを2分割し、半分を受電側の基本料金、残りを発電側の基本料金によって、総括原価主義に基づいて負担させる。受電側の基本料金を「引き出し基本料金」、送電側の基本料金を「注入基本料金」と呼ぶ。

区域が2つの場合には、先に述べた「通り抜け問題」が発生しないので、この料金制の下では、精算制度がなくても基本料金によってその区域の固定費用をまかなうことができる。

図3 2区域モデル



7. 「通り抜け託送」に対する区域間精算

7.1 単純通り抜けモデル：3区域

通り抜けと基本料金

3区域以上ある場合には、「通り抜け託送」問題が発生しうる。通り抜け区域の家計および企業が、自区域の送電線建設の費用のうち通り抜け託送に使われた部分を負担しなくて済む区域間精算制度を考えよう。

図4は、I II IIIの3区域を示している。潮流の方向は、左から右であり、連系線Bと連系線Cにおける送電量が全く同じ量 a であるとしよう。すなわち次の等式が成り立っている場合を考える。

$$\text{連系線 B の送電量} = \text{連系線 C の送電量} = a \quad (9)$$

この場合、区域IIが通り抜け区域であるとみなすことができるように思える。この状況は、区域Iの地点Aから区域IIIの地点Bへの送電が行われていることと整合的だからである。この場合に、地点Aと地点Dにおいて固定料金を取り、それぞれが区域Iおよび区域IIIの料金収入になるのでは、区域IIは送電線建設のインセンティブはなくなるだろう。

しかしこの状況では、図5が示すように、地点Aでの発電を地点Fの需要家が受け止め、次に地点Fの発電を地点Dの需要家が受け止めているのかもしれない。その場合には、結果的にAからDに流れている送電に関して「通り抜けはなかった」ということもできる。この場合には、地点A、地点F、地点Dのそれぞれで発電者にも需要家にも固定料金を課せば、それ以上通り抜け料金を取る必要はない。

ということは、現実に地点Bと地点Cを同じ方向に同じ量の電力が流れている場合に、実は課金の精算の公平性に関する明確な基準はないということである。言い換えると、許容しうる精算制度の設計には巾がある。

図4 単純通り抜けモデル：3区域

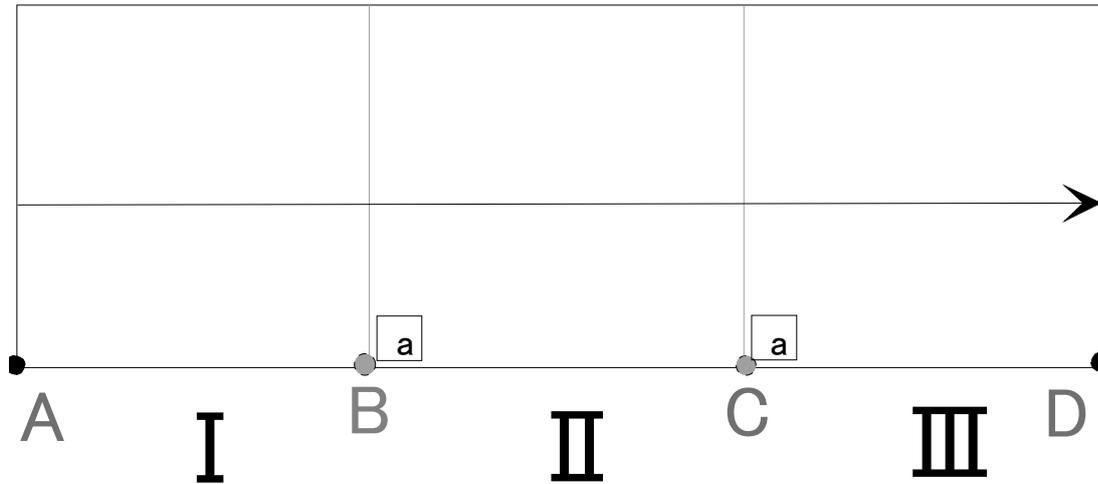
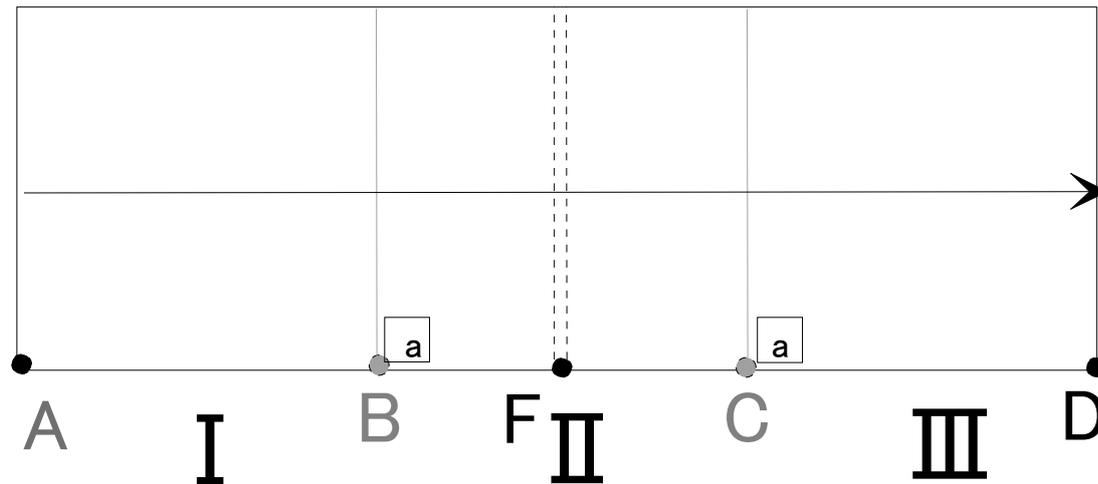


図5 中継モデル：3区域



しかしながら、地点Fで同量の消費と発電が同時に行われている以上、地区IIは自給自足ができたはずである。したがって、せんじ詰めると、地区IIの発電者や需要家は、地点Bから地点Cへの潮流の利益を得ているわけではない。地点Bから地点Cへの潮流から確実に利益を得ているのは、地点Aの発電者と地点Dの需要家である。

すなわち、図5のモデルでは、「地点Fの発電者が区域IIIの需要家に対して送電しているから、地点Fの発電が区域IIの中で使われない。このために、地点Aの発電

者の電力が地点 F で利用されている」と考えることができる。とすると、地点 A の発電者が、地点 F まで送電できる原因は、連系線 C で送電が行われているためだと考えることができる。この場合、地点 A の発電者がどの地点の需要家と商業的な取引をしようとして、連系線 C で連系線 B と同量の送電が行われているという事実によって、連系線 B の使用が可能になっているわけだから、地点 A の発電者は、通り抜けが行われている時と全く同様の恩恵を連系線 C から受けていると考えることができる。

したがってここでは、次のように定義する。

I、II、III の 3 区域モデルで、潮流が I から III に向かっている場合、連系線 B と C における送電量が同じである場合には、地点 A から D に対して図 4 のような**通り抜け**が行われているという。さらに、区域 II を**通り抜け区域**と呼ぶ。

(10)

次の単純明快な料金設計基準は「通り抜け区域の送電線建設に必要な十分なインセンティブを与える」効果がある。(なお以下本稿では、区域 I、区域 II、区域 III、・・・の電力会社を電力会社 I、II、III、IV・・・と呼ぶ)。

ルール 1 地点 B と C における送電量が全く同じ場合、電力会社 I がその送電量を地点 B で電力会社 II の送電網に注入したとみなし、その注入量に対応した注入基本料金を払うことにする。同様に、電力会社 III は、地点 C で通過量に等しい電力を電力会社 II の送電網から受電するとみなして、その引き出し基本料金を支払うことにする。

電力会社 I と III からそれぞれ地点 B と地点 C で電力会社 II に支払われる額の総計が電力会社 II が受け取る通り抜け料金となる。

ネット取引量

上では、(10)によって通り抜け区域を定義したが、この定義の根拠を「ネット取引量」という概念を用いてより明確にしよう。ネットワークの電力の流れ（電力潮流）は、「各区域のネットの取引量」（＝その区域の発電量－受電量）、に依存する。「各区域のネットの取引量」がプラスなら、「ネットの発電」、マイナスなら「ネットの受電」になる。⁹

仮に3区域のいずれでもネットの取引量が0ならば、各区域で発電と受電が一致している。すなわち、各区域の電力の自給自足が成り立つので、区域を超えた電力の流れはまったく発生しない。しかし、区域IとIIIのネットの取引量が0でなくなると、電力潮流が発生する。このモデルの例では、表8のようになる。

表8 3区域単純通り抜けモデル

	I	II	III
ネットの取引量	a	0	-a

現実の商取引がどうであれ、ネットワーク全体の視点で見ると、区域IIでは発電と受電が相殺されてネットの取引量は0である。区域Iから区域IIIへの潮流を作り出している。すなわちIIにおけるネット取引量が0であることによって、Iにおけるネットの取引量 a (i.e. ネットの発電量 a) およびIIIにおけるネットの取引量 -a (i.e. ネットの受電量 a) が可能になっている。したがって、通り抜けは表8によって定義することもできる。この視点から、定義(10)を根拠づけることができる。

潮流と基本料金

さて、区域Iの電力会社は、区域IIの電力会社に対して支払う精算料金の財源を

⁹ 実際、参考文献 Scheppe et al. (1988)や、一般的な電力工学の教科書でも、直流法と呼ばれる電力潮流の近似法の解説がある。

地点Aの発電者に求めるのは自然だろう。この発電者による域外送電によって精算料金が発生しているからである。したがって、区域Ⅰにおける注入基本料金は、区域Ⅱや区域Ⅲにおける注入料金より、高く設定されることになる。

一方、区域Ⅲの電力会社は、区域Ⅱの電力会社に対して支払う引き出し基本料金の財源として、地点Dにおける需要家に対して求償することが自然である。この地点の需要家が域外からの送電の原因をつくっているからである。したがって、このモデルでは、区域Ⅲの引き出し基本料金は区域Ⅰ、Ⅱのそれより高くなる。まとめると、

「注入基本料金は上流区域で他区域より高く設定し、引き出し基本料金は下流区域で他区域より高く設定する」 (11)

という結果になる。

7.2 複合通り抜けモデル：3区域

潮流と固定料金

節7.1では、(9)式が成り立つケースを分析した。本節では、この等式が成り立たない場合を考える。仮に

$$b = \text{連系線Bの送電量} > \text{連系線Cの送電量} = a \quad (12)$$

としよう。ここで、「連系線Bの送電量」と「連系線Cの送電量」との少ない方を「区域Ⅱの通り抜け送電量」という。この場合には、

$$\text{連系線Cの送電線} = \text{地区Ⅱの通り抜け送電量} = a \quad (13)$$

が成り立つ。

(12)式が成り立つとき、連系線Bの送電量が a を越える部分については、区域IからIIIへの通り抜けであるとは言い難い。この部分は、区域Iから区域IIへの二区域間送電であると考えられるので、6.2節で論じたように精算の必要はない。

しかし、通り抜け量 a に対しては、7.1節の方式の精算制度を電力会社IとIIIがIIに対して適用する必要がある。すなわち、電力会社IIの送電線建設インセンティブを削かないようにするには、電力会社Iには、電力会社IIの発電者としてB点において、 a に対応する注入固定料金 a' を課金し、電力会社IIIには地点Cにおいて、引き出し固定料金 a' を課金する必要がある。¹⁰ 不等号が(12)と逆の場合にも、同様に、連系線Bの送電量を地区IIの通り抜け送電量として、節7.1のルールに従って課金する。

したがって、連系線Bと連系線Cとの送電量が異なる場合にも、(11)の帰結は同じままである。

ネット取引量

ところで3区域複合モデルにおける各区域のネット取引量は表9の通りになる。

表9 3区域複合通り抜けモデル

区域	I	II	III
ネットの取引量	$a+b$	$-b$	$-a$

このネットの取引量の構造が、左から右に行くにつれて電力が小さくなる電力潮流をつくりだしている。

ところで、表9の中で、IとIIの間の電力量 b のやりとりについては、前述したように、隣り合う2社間の話なので、通り抜けはなく、精算は不要となる。したが

¹⁰ ただし a' は送電量 a に必要な送電容量に対応する基本料金である。 a を例えば過去3年平均の連系託送電量だとすると、 a が大きくなれば a' も連動して大きくなる数字である。

って、通り抜けがどのように生じているかを見るには、ⅠとⅡの間の電力量 b のやりとりを除いて、下記のように、通り抜けの観点から補正したネットの取引量を考える。

表 10 補正後ネット取引量

(通り抜けの観点から)	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
補正ネット取引量	a	0	$-a$

現実の商取引がどうであれ、この補正したネットの取引量が、Ⅱを通り抜け区域にしている。そこで、会社間精算は次のように行われる。¹¹

Ⅰは、Ⅱに、 a' を支払い、

Ⅲは、Ⅱに、 a' を支払う。

¹¹ a' の定義については注 10 を参照。

8. 「通り抜け託送」に対する区域間精算：4区域モデル

8.1 単純通り抜け：4区域モデル

通り抜け

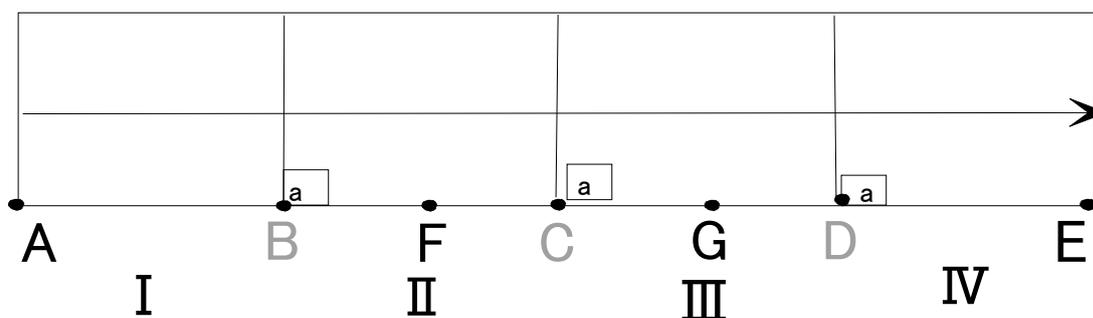
図6は、I, II, III, IVの4区域を示している。潮流の方向は左から右であり、連系線B、C、Dにおける送電量はいずれも全く同一で、 a であるとしよう。すなわち、次が成り立っている場合を考える。

$$\text{連系線 B の送電量} = \text{連系線 C の送電量} = \text{連系線 D の送電量} = a$$

この場合、通り抜けに関していくつかの可能性がある。

- ① 地点Aから地点Eに託送が行われている。この場合には、区域II、IIIで通り抜けが起きている。
- ② 地点Aから地点Fに託送が行われ、別個に地点Fから地点Eに託送が行われている。この場合には、区域IIIで通り抜けが起きている。
- ③ 地点Aから地点Gにまず託送が行われ、地点Gの発電所から地点Eに託送が行われている。この場合には、通り抜けは区域IIのみで起きている。
- ④ 地点Aから地点Fに託送が行われ、地点Fから別の主体が地点Gに託送を行い、さらにGの地点の住民が、今度は地点Gの発電者が地点Eに託送している場合である。この場合には通り抜けは起きない。

図6 4区域通り抜けモデル



上の4ケースのうち通常の意味での通り抜けが起きるのは、①、②、③の3ケースである。

②のケースでは、AからFへの託送では通り抜けが発生していないが、地区内では同量の発電と受電が行われているので、自給自足であり、この地区の主体は、地点Bから地点Cへの潮流から利益をうけていない。実際、地点AからFへの託送自身が、区域IIの発電が他区域の需要家に使われているということによって可能になっている。すなわち、Aから電力を注入した発電者も、連系線C、Dの恩恵を受けているとみなすことができる。したがって、このようにB、C、Dの送電量が同じ時には、究極的に恩恵を得ているのは、区域Iの発電者と区域IVの需要家であるから、②の場合には、地点Aから地点Eへの通り抜け託送が行われている場合の料金を課金すれば良いということになる。

③に関しても同様のことが言える。地点Aの発電者が地点Gの需要家に託送できるのは、地点Gの発電者が地点Eの需要家に電力を託送しているからである。したがって、地点Aの発電者も連系線Dの恩恵を受けている。このようにみなすと、AからEの直接的な通り抜け託送が行われている場合と同様の課金をすることができる。④の場合も同様である。

したがって、商業的な取引契約はともかく、料金設定では、①のみを考えれば良いということになる。このことから「取り抜け」を次のように定義する。

I、II、III、IVの4区域モデルで、潮流がIからIVに向かうとき、連系線B、C、Dにおける送電量が同じである場合には、地点AからEに対して図4のような**通り抜け**が行われているという。さらに区域II、IIIを**通り抜け区域**と呼ぶ。

(13)

ネット取引量

図 6 のモデルにおける各区域のネット取引量は、表 11 のようになる。

表 11

	I	II	III	IV
ネットの取引量	a	0	0	-a

現実の商取引がどうであれ、ネットワーク全体の視点で見ると、II、IIIでは発電と受電が相殺されてネットの取引量は0であり、ネットワーク全体で見ると、左から右への潮流を作り出している。したがって、区域Iにおけるネットの取引量a(i.e. ネットの発電量a)、および区域IVにおけるネットの取引量-a(i.e. ネットの受電量a)が、区域II、IIIを通過する通り抜けを作り出している。この視点からしても、(13)の通り抜けの定義を根拠付けることができる。

潮流と基本料金

4区域モデルの場合は、3区域モデルのルールを次のように一般化した基本料金設定ルールを適用できる。

ルール 2 図 6 の 4 区域通り抜けモデルでは、電力会社 I は、通り抜け地区の電力会社 II、III に対して、それぞれ地点 B と地点 C で注入料金を支払う。一方、電力会社 IV は、通り抜け地区の電力会社 II、III に対してそれぞれ地点 C と地点 D で電力会社 III に対して引き出し基本料金を支払う。

表 12 は、第 1 行で記された電力会社から第 1 列に記された電力会社にどれだけの精算料金が支払われるかを記している。表中の a' は、送電量 a に必要な送電容量に対する固定料金である。表 13 は表 12 に基づいて、各電力会社が差し引きいくら受け取るかを示している。これから明らかなように、通り抜け区域の II と III は、正

の基本料金を受け取り、それ以外は差し引き負の基本料金を受け取っている。

さて、区域Ⅰの電力会社は、区域Ⅱ、Ⅲの電力会社に対して支払う精算料金の財源を地点Aの発電者に求めるのは自然だろう。この発電者による域外送電によって精算料金が発生しているからである。したがって、区域Ⅰにおける注入基本料金は、その他の区域における注入料金より、高く設定されることになる。

一方、区域Ⅳの電力会社は、区域Ⅱ、Ⅲの電力会社に対して支払う引き出し基本料金の財源として、地点Eにおける需要家に対して求償することが自然である。この地点の需要家が域外からの送電の原因をつくっているからである。したがって、このモデルでは、区域Ⅳの引き出し料金はその他の区域のそれより高くなる。

したがって、「注入固定料金は上流区域で他区域より高く設定し、引き出し料金は下流区域で他区域より高く設定する」という帰結(11)は同じままである。

表 12 電力会社間精算表：単純通り抜けモデル

受取会社 支払会社	I	II	III	IV	支出計
I	0	a'	a'	0	2a'
II	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0
IV	0	a'	a'	0	2a'
収入計	0	2a'	2a'	0	4a'

表 13 各区域の純収入（＝収入－支出）

I	II	III	IV
-2a'	2a'	2a'	-2a'

8.2 複合通り抜けモデル：4区域

次に、図7には、潮流は左から右の方向であるが、連系線を通る送電量は右に行くほど少なくなっているケースが描かれている。連系線の地点名の上に書かれたボックスは、その地点における送電量を示している。

3つの連系線で最小の送電量は、連系線Dにおける送電量 a である。したがって、この電力は、区域Iから区域IVまでの通り抜けであるとみなすことができる。

次に、連系線Cでは、 $a+b$ の送電量があるから、 b の送電量が区域Iから区域IIIに通り抜け送電されていると考えることができる。

最後に、連系線Bでは、 $a+b+c$ が送電されており、 c の部分は、電線第1区域と第2区域の間の送電であるとみなすことができる。

さて、以上のように送電量を分解すると、連系線Bの送電量のうち、区域Iと区域IIとの間の送電 c は、2区域間の送電であると考えられるので、節6.2.で論じたように、精算の必要はない。

次に、連系線B,Cにおける送電量のうち b の部分は、(区域Iから区域IIIに送電するための)区域IIの通り抜け送電であるとみなすことができる。この部分に関しては、節7.1のルール1に従って、区域Iは、区域II発電会社に対して、 b だけの発電をしたとみなして、注入基本料金を払い、区域IIIの発電会社は、区域IIに対して b だけの引き出し基本料金を支払う。

最後に、連系線B, C, Dにおける送電量 a に対しては、前節のルール2をそのまま用いることが出来る。この部分の料金表は表11のとおりである。この図に区域IIの通り抜け送電に対する料金 b' を加えたものが表14である。なお、表中の b' は、注入あるいは引き出し電力量 b に対応する固定料金である。

このように、通り抜け区域の電力会社に対して、周辺の電力会社を通常の注入者や引き出し者と同等とみなして基本料金体系を課金することにより、建設インセンティブを担保できる。

この場合、電力会社Iは、注入基本料金として電力会社IIに対して $a'+b'$ 、電力会社IIIに対して a' 、の合計 $2a'+b'$ を支払う。これは地点Aにおける送電基本料金に上

乗せされる。

一方電力会社Ⅳは電力会社ⅡとⅢに対して引き出し料金 a' を支払う。これは、区域Ⅳの需要家もたらしている引き出し料金だから、これをまかなうために区域Ⅳの引き出し料金は他の区域に比べて上乗せされる。

したがって、「注入固定料金は上流区域で他区域より高く設定し、引き出し料金は下流区域で他区域より高く設定する」という帰結はこの場合も同じままである。

図 7 混合通り抜けモデル：4 区域

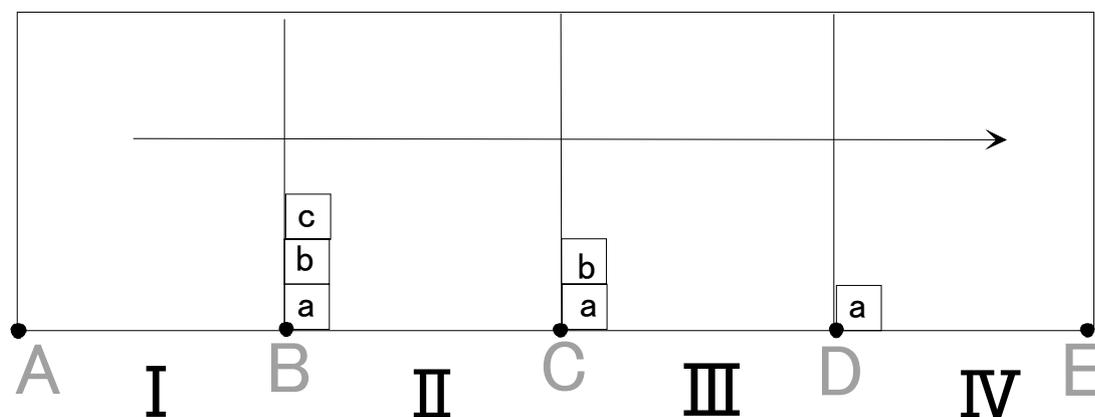


表 14 電力会社間精算表：複合通り抜けモデル

受取会社 支払会社	I	II	III	IV	支出計
I	0	$a'+b'$	a'	0	$2a'+b'$
II	0	0	0	0	0
III	0	b'	0	0	b'
IV	0	a'	a'	0	$2a'$
収入計	0	$2a'+2b'$	$2a'$	0	$4a'+2b'$

ネット取引量

図 7 のモデルにおける各区域のネット取引量は表 15 のようになる。

表 15 ネット取引量

	I	II	III	IV
ネットの取引量	$a+b+c$	$-c$	$-b$	$-a$

このネットの取引量が、左から右に行くにつれて電力量が小さくなるような電力潮流をつくりだしている。

ところで、上記の中で、I と II の間の電力量 c のやりとりについては、隣り合う 2 社間の話なので、通り抜けはなく、6 節で説明したように、精算は不要となる。そこで、通り抜けがどのように生じているかを見るには、I と II の間の電力量 c のやりとりを除いて、下記のように、通り抜けの観点から補正したネットの取引量を考えることができる。

表 16 補正したネット取引量

(通り抜けの観点から)	I	II	III	IV
補正したネットの取引量	$a+b$	0	$-b$	$-a$

この表はさらに次の二つのネット取引量の組み合わせであると考えられる。

表 17 補正したネット取引量の分解①

区域	I	II	III	IV
ネットの取引量	a	0	0	$-a$

表 18 補正したネット取引量の分解②

区域	I	II	III	IV
ネット取引量	b	0	$-b$	0

したがって表 16 が示すネット取引量は、表 17 が示す区域Ⅱ、Ⅲの通り抜けと、表 18 が示す区域Ⅱの通り抜けの組み合わせであることがわかる。

現実の商取引がどうであれ、上記の補正したネットの取引量が、通り抜けを作り出しているといえる。そこで、会社間精算を考えると、

I は、Ⅱに、 $a'+b'$ を支払う。

I は、Ⅲに、 a' を支払う。

Ⅲは、Ⅱに、 b' を支払う。

Ⅳは、ⅡとⅢに、それぞれ a' を支払う。

ことになる。これは、表 14 にある会社間精算そのものである。

このように、表 15 で示される各区域のネット取引量を分解して通り抜けの組み合わせで表現できる場合には、清算ルール 2 を個々の通り抜けに対して適用することによって、基本料金の精算に関する表 14 ができる。

なお、この節で行ったことは、表 15 のベクトルを、以下のように 3 つのベクトルに分解したことである。

$$(a+b+c, -c, -b, -a) \quad (14)$$

$$= (a, 0, 0, -a) \quad (15)$$

$$+ (b, 0, -b, 0) \quad (16)$$

$$+ (c, -c, 0, 0) \quad (17)$$

この分解の手順は次の通りである。

- ① ベクトル(14)の第 4 要素と、それに対応する数を第 1 要素から取り出して、ベクトル(15)を作る。
- ② ベクトル(14)の第 3 要素と、それに対応する数を第 1 要素から取り出して、ベクトル(16)を作る。
- ③ ベクトル(14)の第 2 要素と、それに対応する数を第 1 要素から取り出してベクトル(17)を作る。

この手順を踏んで、分解したベクトルのうち、 0 が正の数の後に続くベクトルである (15) と (16) とを「通り抜けベクトル」と呼び、この性質を持たない $(c, -c, 0, 0)$ を隣接ベクトルと呼ぼう。それぞれの通り抜けベクトルに対して確定した通り抜け区域に対して、ルール 1 とルール 2 が適用されるのである。

9. おわりに

本稿では、地点料金制の下で、通り抜け区域の電力会社に対して周辺の電力会社が通り抜けのコストをどのように精算すべきかを考察した。

従量料金に関しては、電力の潮流に基づいた地点送電料金を設定することで、全国的な観点から最も効率的に送電ロスをコントロールすることができる。ただしそうすると、各電力会社が得る料金収入が、その電力会社管轄区域の送電ロスに必ずしも対応しなくなる。

本稿では、電力会社間の融通送電料金を、新規参入者や大口の需要家が電力会社に対して支払う送電料金と全く共通の原理で課金すればよいことを示した。そうすることによって、各電力会社の料金収入を、その電力会社の送電ロスとちょうど見合うようにすることができる。

本稿では、基本料金に関しても電力会社の送電線建設インセンティブを削らない制度設計を提案した。基本料金の設計は、発電量や受電量に影響を及ぼさないので、設計の自由度が大きい。ここでは、通り抜け区域の電力会社に対して、周辺の電力会社を通常の注入者や引き出し者と同等とみなして課金することにより、建設インセンティブを担保できることを示した。

この場合、「注入固定料金は上流区域で他区域より高く設定し、引き出し料金は下流区域で他区域より高く設定する」という北欧で採用されている固定料金の形が、通り抜け区域の送電線建設費の負担の軽減の観点からも望ましいことがわかった。

なお、本稿では、潮流が一方向の場合を考えた。潮流が左右から中央に来ている場合や、中央から左右に向かっている場合には、複数の潮流があるわけだから、その一つずつに対して、本稿の分析を適用できる。

参考文献

- 八田達夫（2004）「電力競争市場の基本構造」、八田達夫・田中誠編著『電力自由化の経済学』（第1章）、東洋経済新報社
- Bohn, R. E., M. C. Caramanis, and F. C. Schweppe. 1984. “Optimal Pricing in Electrical Networks over Space and Time.” *Rand Journal of Economics* 15: 360- 376.
- Chao, H.-P. and S. Peck. 1996. “A Market Mechanism for Electric Power Transmission.” *Journal of Regulatory Economics* 10:25- 59.
- Hogan, W. W. 1992. “Contract Networks for Electric Power Transmission.” *Journal of Regulatory Economics* 4:211- 242.
- Schweppe, F. C., M. C. Caramanis, R. D. Tabors, and R. E. Bohn. 1988. *Spot Pricing of Electricity*. Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers.
- Stoft, S. 2002. *Power System Economics: Designing Markets for Electricity*. New Jersey: IEEE Press/Wiley-Interscience.