

「世界の石炭市場の現況と 市場の変化がアジア太平洋市場に 与える影響」

佐川 篤男

財団法人 日本エネルギー経済研究所
戦略・産業ユニット 電力・ガス・石炭グループ 研究主幹

なお、本資料は(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構が開催した平成20年度事業報告会において報告した資料を一部再構成したものである。公表の許可を頂いた(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構のご理解、ご協力に感謝する。

報告内容

1. コールフローの現状と展望

- － 石炭貿易とコールフローの現状
- － 石炭需要・貿易見通しとコールフローの展望

2. 石炭デリバティブ市場の現状

- － 石炭デリバティブ市場の拡大
- － 欧州における石炭デリバティブ取引
- － 豪州における石炭デリバティブ取引

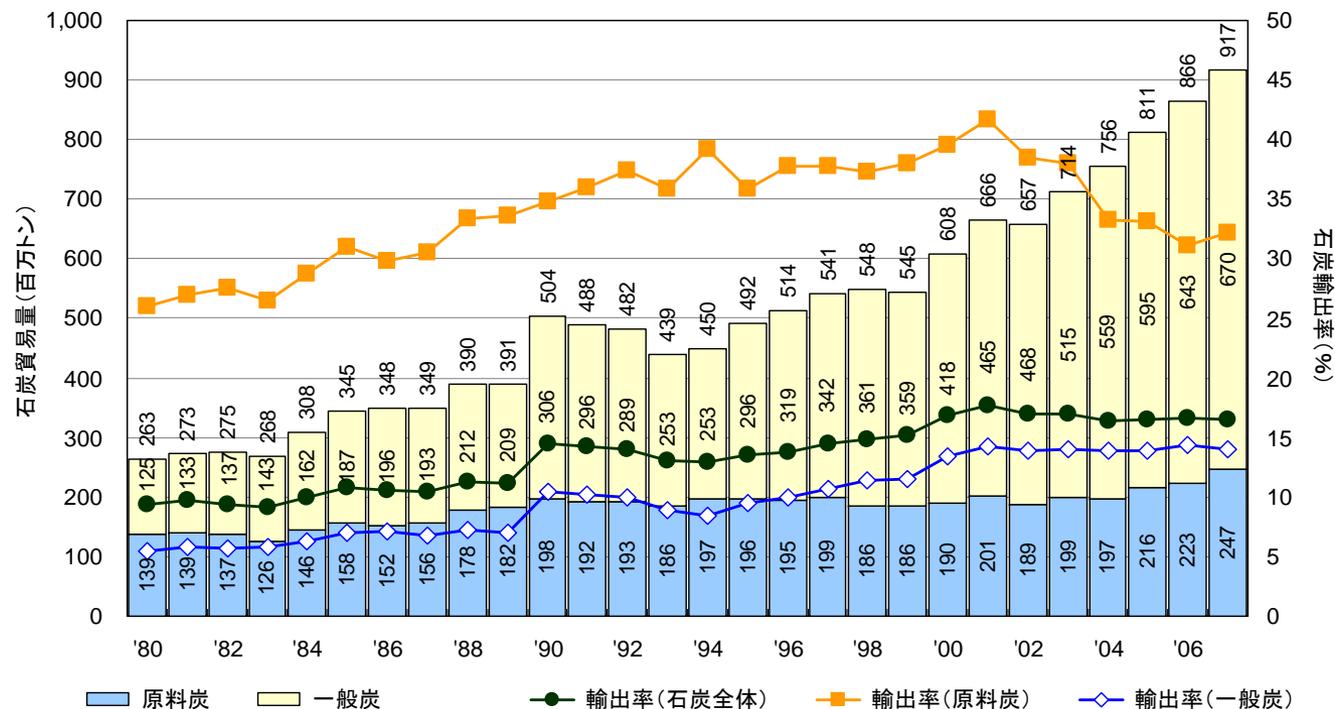
3. アジア市場における石炭デリバティブ取引の普及

- － アジア市場における一般炭の取引状況
- － アジア太平洋市場における石炭取引の変化
- － 今後のアジア太平洋市場における石炭デリバティブ取引

1. コールフローの現況と今後の動向

石炭貿易の現状

- 石炭の貿易量は一般炭を中心に増加し、2007年の見込みでは9.2億トンに達している。
- 石炭は、生産量に比べて貿易に供される数量が少なく、世界の全生産量に占める輸出量の比率(輸出率)は、2007年で16.5%と低い。
- 石炭貿易量は原料炭よりも一般炭の方が多いが、輸出率については原料炭が32.1%、一般炭が14.0%と、原料炭の方が一般炭に比べ高い。

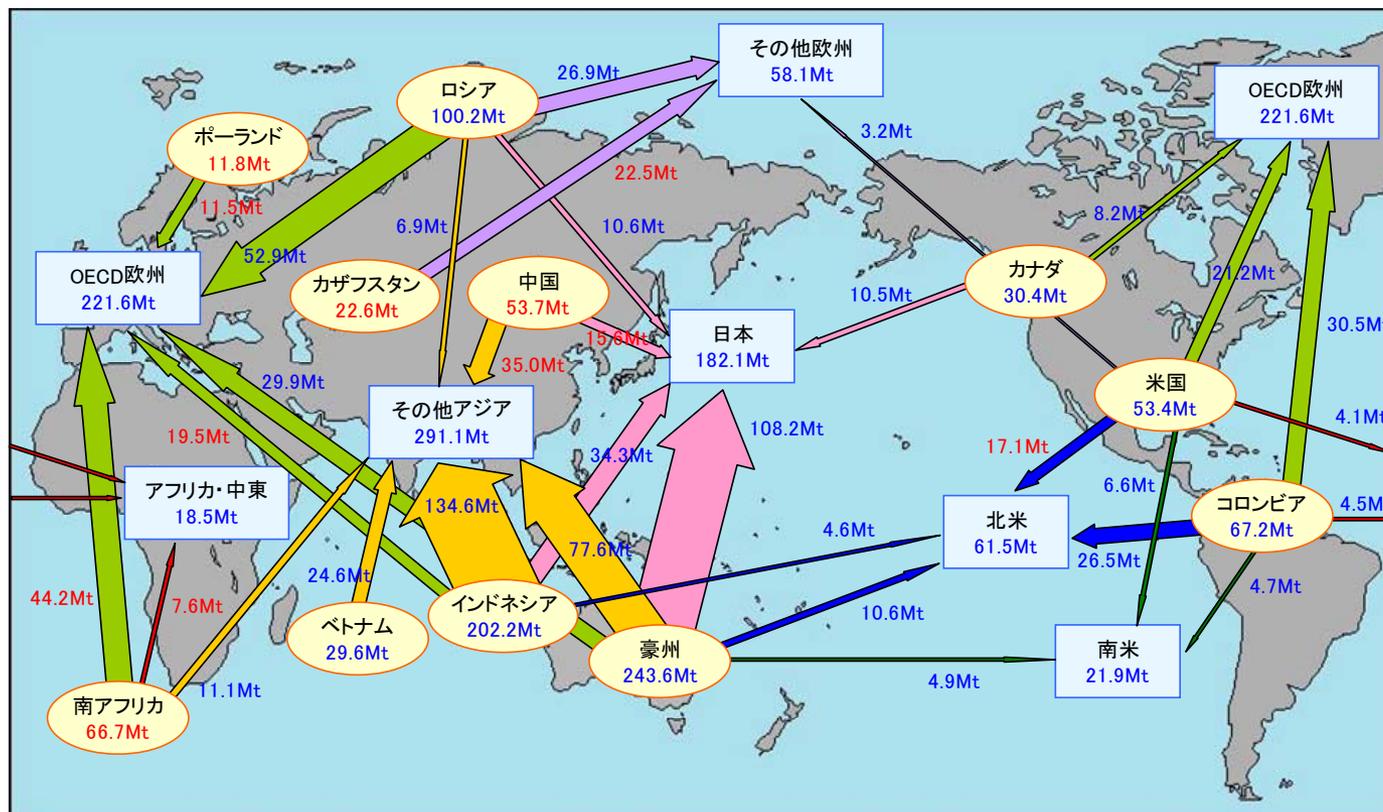


注: 2007年は見込み

出所: IEA, "Coal Information 2008" より作成

コールフローの現状(2007年見込み)

- アジア市場(日本+その他アジア)は、欧州市場(OECD欧州)の1.7倍の規模。
- アジア市場への供給国は、豪州、インドネシアを中心に中国、ロシア、カナダ等。
- 欧州市場への供給国は、南アフリカ、ロシア、コロンビアを中心に豪州、米国、インドネシア等。

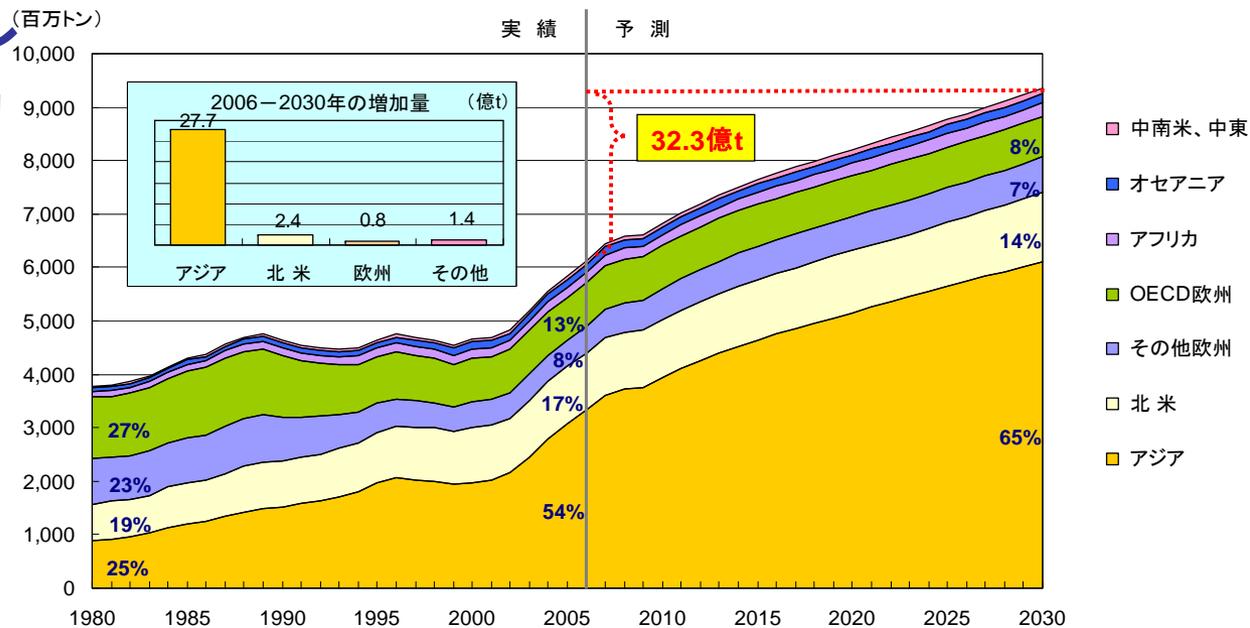


注： 300万トン未満のフローは記載しておらず、青字は対前年比増、赤字は対前年比減を示す。
輸入側の「北米」には、メキシコを含める。

出所：IEA, "Coal Information 2008" より作成

石炭需要見通し

- 石炭需要は、2030年に向けて、アジアを中心に主に電力分野で拡大する。
- 2006年から2030年まで年率1.8%で増加し、2006年の61.3億トンから2030年には93.6億トンまで約1.5倍の規模に増加する。
- 石炭増加量32.3億トンのうち一般炭の増加量は29.6億トンで、約9割を占める。
- アジアの増加量は、世界全体の増加量の約8割を占める。



(単位: 百万トン)

	実績		予測			年平均伸び率(%)				
	1980	2006	2010	2020	2030	06/80	10/06	20/10	30/20	30/06
アジア	897	3,337	3,946	5,150	6,106	5.2	4.3	2.7	1.7	2.6
北米	675	1,066	1,076	1,166	1,303	1.8	0.2	0.8	1.1	0.8
その他欧州	846	505	581	636	656	-2.0	3.5	0.9	0.3	1.1
OECD欧州	1,158	820	807	761	754	-1.3	-0.4	-0.6	-0.1	-0.3
アフリカ	98	195	197	234	260	2.7	0.3	1.7	1.1	1.2
オセアニア	69	146	148	160	166	2.9	0.4	0.8	0.4	0.5
中南米、中東	22	66	73	96	117	4.4	2.9	2.7	2.0	2.5
計	3,764	6,135	6,828	8,202	9,362	1.9	2.7	1.9	1.3	1.8

(単位: 百万トン)

	実績		予測			年平均伸び率(%)				
	1980	2006	2010	2020	2030	06/80	10/06	20/10	30/20	30/06
原料炭	531	694	786	910	926	1.0	3.1	1.5	0.2	1.2
一般炭	2,252	4,531	5,124	6,372	7,490	2.7	3.1	2.2	1.6	2.1
褐炭	981	910	919	921	946	-0.3	0.2	0.0	0.3	0.2
計	3,764	6,135	6,828	8,202	9,362	1.9	2.7	1.9	1.3	1.8

出所: 実績はIEAデータ
 予測はIEEJ 電力・ガス・石炭G

石炭貿易見通し(輸入)

- 需要の拡大に伴い、石炭貿易は、2030年に向けて、アジアを中心に主に一般炭貿易が拡大する。
- 輸入量は2006年から2030年まで年率1.6%で増加し、2006年の8.6億トンから2030年には12.6億トンまで約1.5倍の規模に拡大する。
- アジアの輸入量の増加量は、世界全体の8割を占める。
- 炭種別の輸入量

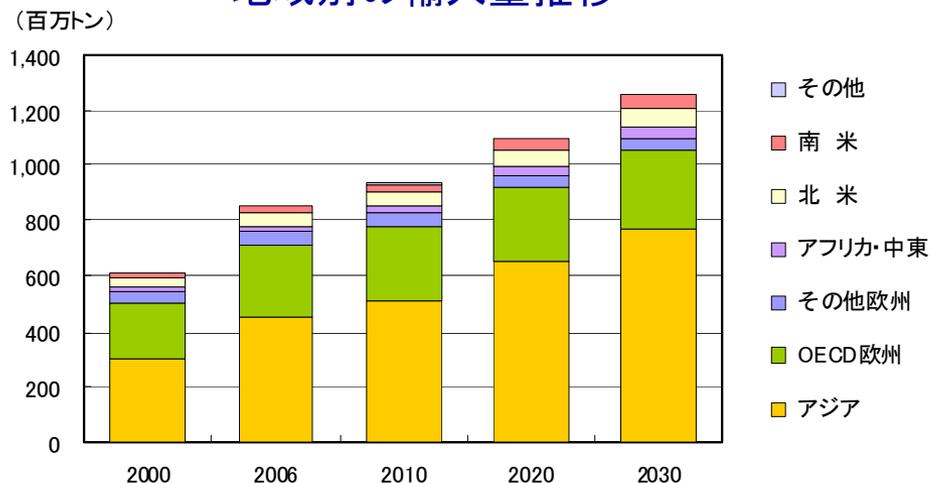
	2006年	2030年
一般炭:	6.6	⇒ 9.7 億トン
原料炭:	2.0	⇒ 2.9 億トン

注: 「北米」には、メキシコを含める。「その他欧州」には、旧ソ連を含める。

出所: 実績はIEAデータ

予測はIEEJ 電力・ガス・石炭G

地域別の輸入量推移



(単位: 百万トン)

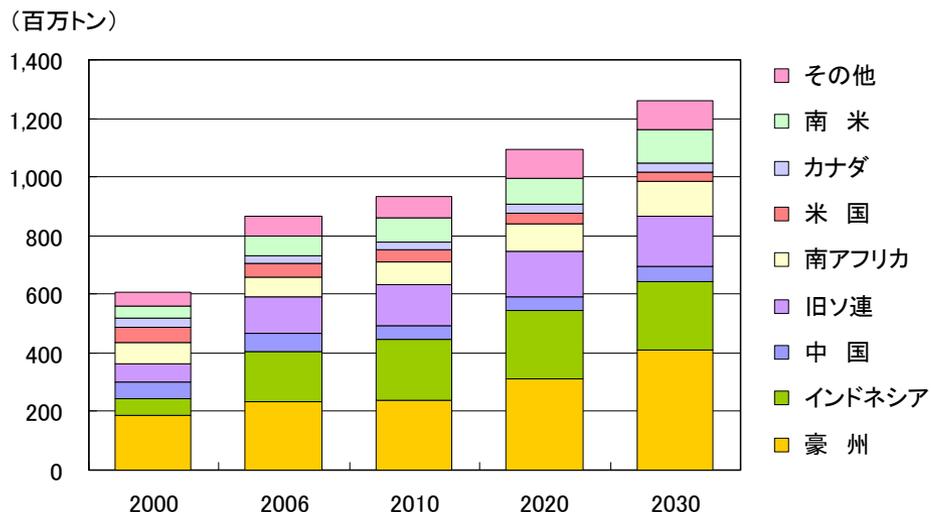
	実績		予測			年平均伸び率(%)			
	2000	2006	2010	2020	2030	10/06	20/10	30/20	30/06
アジア	304.9	453.8	511.8	648.7	769.9	3.1	2.4	1.7	2.2
日本	150.3	179.1	174.6	174.8	172.8	-0.6	0.0	-0.1	-0.1
韓国	63.7	79.7	98.6	103.9	108.8	5.5	0.5	0.5	1.3
台湾	45.4	62.3	64.2	81.5	97.0	0.8	2.4	1.8	1.9
インド	20.9	43.1	67.7	125.3	169.5	12.0	6.4	3.1	5.9
中国	2.2	38.1	49.2	72.5	92.5	6.6	3.9	2.5	3.8
その他アジア	22.4	51.5	57.5	90.7	129.3	2.8	4.7	3.6	3.9
OECD欧州	195.2	257.5	267.3	269.7	285.5	0.9	0.1	0.6	0.4
その他欧州	41.5	46.2	46.9	46.9	47.2	0.4	0.0	0.1	0.1
アフリカ・中東	18.8	24.5	26.1	32.3	39.9	1.7	2.2	2.1	2.1
北米	32.5	51.6	53.9	57.0	67.0	1.1	0.6	1.6	1.1
南米	19.9	21.5	25.5	39.3	48.7	4.4	4.4	2.2	3.5
その他	0.0	1.2	1.1	0.7	1.6	-2.4	-4.9	8.7	1.0
計	612.8	856.2	932.7	1,094.6	1,259.8	2.2	1.6	1.4	1.6

石炭貿易見通し(輸出)

- 輸出国は現状と同様に、豪州、インドネシア、ロシア(旧ソ連に含まれる)、南アフリカ、コロンビア、ベネズエラ(表では南米)等である。
- 豪州は今後も世界最大の輸出国であり続け、インドネシアの輸出が頭打ちになる。2020年以降、豪州のシェアは、さらに拡大する。
- 南アフリカ、南米、ロシアの輸出量増加が見込まれ、南アフリカは、アジア向けの輸出が拡大する。

注: 「南米」は、コロンビア、ベネズエラ。
 出所: 実績はIEAデータ
 予測はIEEJ 電力・ガス・石炭G

主要輸出国・地域別の輸出量推移

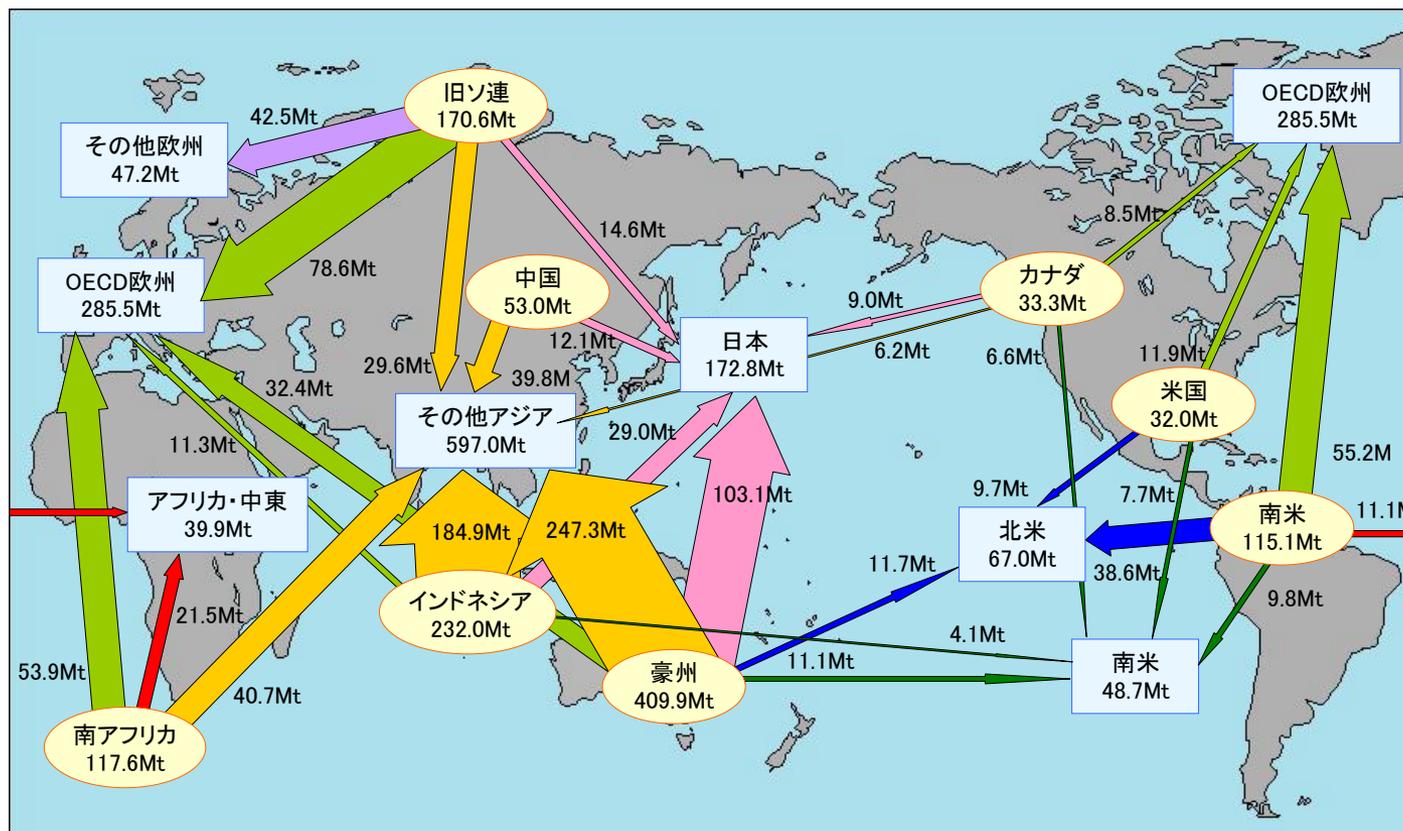


(単位:百万トン)

	実績		予測			年平均伸び率(%)			
	2000	2006	2010	2020	2030	10/06	20/10	30/20	30/06
豪州	187.0	231.3	236.5	311.1	409.9	0.6	2.8	2.8	2.4
インドネシア	57.4	171.6	208.7	231.8	232.0	5.0	1.1	0.0	1.3
中国	55.1	63.2	48.1	47.1	53.0	-6.6	-0.2	1.2	-0.7
旧ソ連	64.5	123.0	139.0	157.1	170.6	3.1	1.2	0.8	1.4
南アフリカ	69.9	69.3	77.2	94.4	117.6	2.8	2.0	2.2	2.2
米国	53.0	44.9	41.6	34.0	32.0	-1.9	-2.0	-0.6	-1.4
カナダ	32.1	27.4	28.5	30.0	33.3	0.9	0.5	1.1	0.8
南米	43.3	69.4	83.6	91.7	115.1	4.8	0.9	2.3	2.1
その他	46.1	65.7	69.6	97.5	96.3	1.4	3.4	-0.1	1.6
計	608.4	865.7	932.7	1,094.6	1,259.8	1.9	1.6	1.4	1.6

コールフローの展望(2030年)

- アジア市場(日本+その他アジア)は、欧州市場(OECD欧州)の2.7倍の規模に拡大。
- アジア市場への供給は、豪州、インドネシア、ロシアで増加し、南アフリカからその他アジア(主にインド、東南アジア)への供給が2006年の4倍の規模に拡大する。



注: 輸入側の「北米」にはメキシコを含め、「その他欧州」には旧ソ連を含める。
 輸出側の「南米」は、コロンビア、ベネズエラ。輸入側の「南米」は、ブラジルが主でチリなども含む。なお、300万トン未満のフローは記載していない。

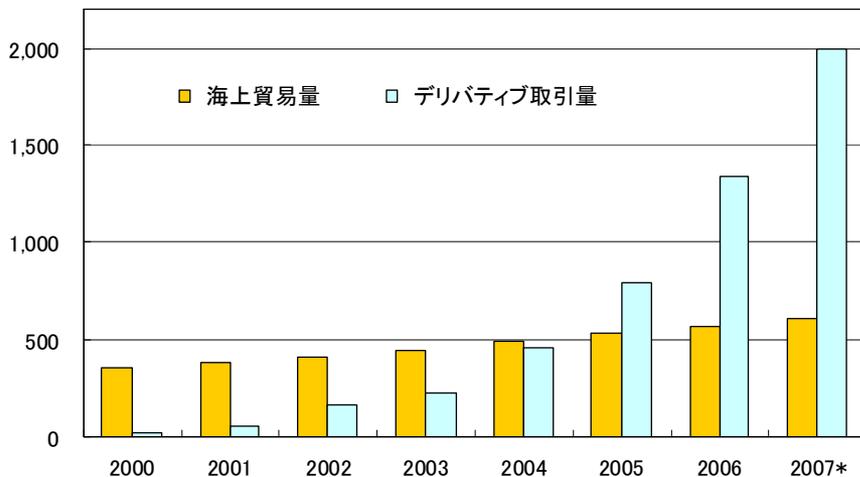
出所: 現状からIEEJ 電力・ガス・石炭Gが試算

2. 石炭デリバティブ市場の現状

石炭デリバティブ取引の拡大

- 2000年以降、石炭デリバティブ取引はOTC取引により増加し、2004年以降で急速に拡大――2006年の取引量は13.4億トン、海上貿易量の2.3倍。
- 現地ヒアリング調査によれば、2007年には20億トン前後に達し、2008年は22億トンを見込んでいるとのことであった。
- 欧州市場で、石炭デリバティブ取引は拡大。
2006年の取引量は API#2が9億トン、API#4が4億トン
API#2: CIF ARA (Amsterdam, Rotterdam, Antwerp)、API#4: FOB Richards Bay
- アジア市場では、globalCOALを中心に拡大中――2006年の取引量は4,000万トン。

(百万トン)



(単位: 百万トン)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
一般炭輸入量(ヨーロッパ)	142	165	160	175	189	186	206
一般炭海上貿易量(世界)	357	385	408	445	489	532	571
API#2	25	50	150	200	400	550	900
API#4		10	15	20	50	220	400
FOB Newcastle				1	4	20	40

注: 2007年のデリバティブ取引量はヒアリングに基づく。

出所: 貿易量 = “Coal Information 2008”

デリバティブ取引量の2006年まで = Guillaume Perret, “The International Coal Trading Market 2007”

デリバティブ取引量の2007年 = 現地ヒアリング調査

欧州における石炭デリバティブ取引

<石炭デリバティブ取引成立の背景>

【電気事業の自由化による影響】

- 2000年以前、欧州市場は現物の相対取引のみで成立。
- 電気事業の自由化により、卸電力市場において発電事業者間の価格競争が始まる。
- このため、発電事業者は燃料価格をそのまま小売/卸売価格に転嫁することが出来なくなった。
- 燃料価格と卸電力価格のボラティリティが増し、また両価格は異なる値動きをすることから、発電事業者は利益を確保するために値差(スプレッド)を管理する必要に迫られた。
- このため、ダークスプレッド(石炭と卸電力の価格差)やスパークスプレッド(天然ガスと卸電力の価格差)を管理することで将来の利益を確定するようになった。

【CIF市場発達が発達する石炭取引体系】

- 内陸部の発電所は河川沿いにあり、ARA地域のコールセンターを経由したバージ輸送が発達していた。

【発電所における利用炭種の拡大】

- 厳しい競争から石炭調達において、品質よりも価格を重視するようになり、発電所が多炭種(幅広い炭種)を利用するようになった。

欧州における石炭デリバティブ取引

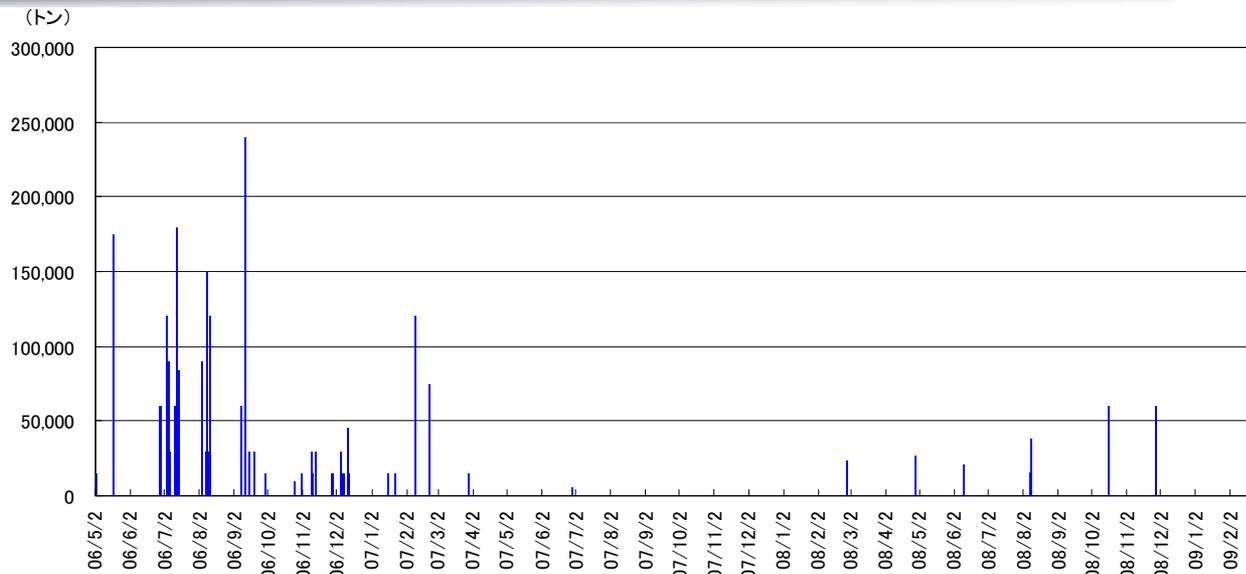
＜石炭デリバティブ取引の経緯＞

- 1999年にTFS(Tradition Financial Services)社がOTCブローカー業務を開始。
- 2001年頃からBHP BillitonやGlencore等の現物取引を行う大手企業の参入。
- また、GFI等の純粋な金融ブローカーも石炭デリバティブ市場でシェアを伸ばした。
- globalCOALも2001年に活動を開始。
- 2003年、①海上輸送費の高騰、②フランスの原子力発電所の出力低下による石炭需要の高まり、の2点から石炭デリバティブ取引によるヘッジニーズが高まる。
- 2006年にEEX(ドイツ)とICE Futures Europe(英国)の各取引所が石炭先物を上場。
 - * EEXは、2006年5月にARA Coal Futures(CIF ARA)とRB Coal Futures(FOB Richards Bay)を上場。
 - * ICE Futures Europeは、2006年7月にRotterdam Coal Futures(CIF Rotterdam)とRichards Bay Coal Futures(FOB Richards Bay)を上場、2008年12月にはNewcastle Coal Futures(FOB Newcastle)を上場。
 - * EEXでの取引量は2006年後半以降減少。
 - * ICE Futures Europeでの取引量は、2008年に入り増加。

欧州における石炭デリバティブ取引

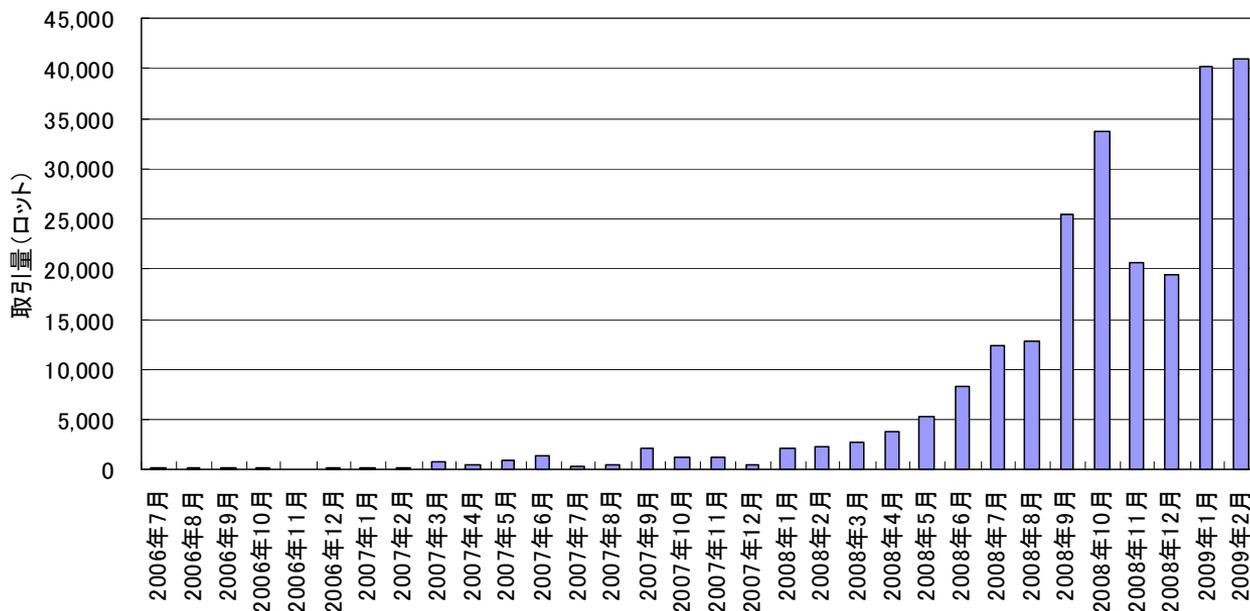
EEXでの 石炭取引量の推移

出所：EEXホームページより



ICE Futures Europe での 石炭取引量の推移

出所：ICEホームページより



欧州における石炭デリバティブ取引

EEXの石炭取引の概要

	ARA Coal Futures (CIF ARA) 現金決済先物取引	RB Coal Futures (FOB Richards Bay) 現金決済先物取引
上場年月日	2006年5月2日	2006年5月2日
最終決済価格	各月最終金曜日にArgas/McCloskeyのCoal Price Index Reportにおいて公表されるAPI2のMonthly Indexの月間平均	各月最終金曜日にArgas/McCloskeyのCoal Price Index Reportにおいて公表されるAPI2のMonthly Indexの月間平均
取引単位	1,000トン/ロット(月契約) 3,000トン/ロット(四半期契約) 12,000トン/ロット(年間契約)	1,000トン/ロット(月契約) 3,000トン/ロット(四半期契約) 12,000トン/ロット(年間契約)
取引時間	8:30-16:00(フランクフルト時間)	8:30-16:00(フランクフルト時間)
呼値及び呼値の単位	ドル(小数点以下2桁目(1セント)まで)/1トンあたり	ドル(小数点以下2桁目(1セント)まで) /1トンあたり
最小刻み値	0.01ドル(1セント)	0.01ドル(1セント)
限月構成	当限月+翌連続6限月	当限月+翌連続6限月
	当四半期+翌連続7四半期	当四半期+翌連続7四半期
	当年+翌連続6暦年(1-12月)	当年+翌連続6暦年(1-12月)
納会日	当限月最終取引日	当限月最終取引日
決済機関	ECC AG	ECC AG

欧州における石炭デリバティブ取引

ICE Futures Europeの石炭取引の概要

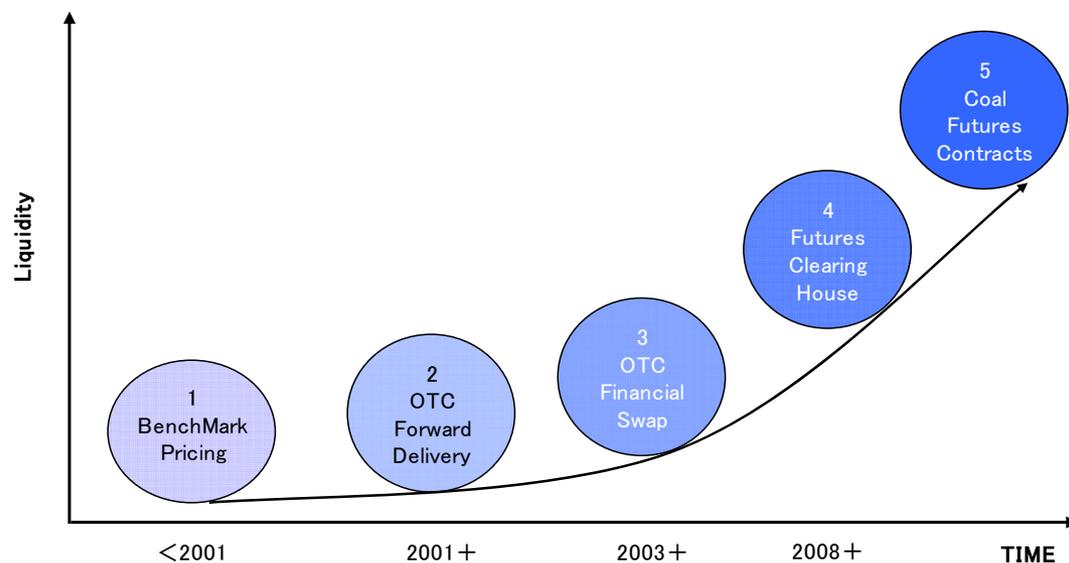
	Rotterdam Coal Futures (CIF Rotterdam) 現金決済先物取引	Richards Bay Coal Futures (FOB Richards Bay) 現金決済先物取引	Newcastle Coal Futures (FOB Newcastle) 現金決済先物取引
上場年月日	2006年7月17日	2006年7月17日	2008年12月5日
最終決済価格	Argas/McCloskeyのCoal Price Index Reportで公表されるAPI2 Indexの月間平均	Argas/McCloskeyのCoal Price Index Reportで公表されるAPI4 Indexの月間平均	globalCOALより毎月公表されるMonthly Index(Weekly Indexの月間平均)
取引単位	1,000トン/ロット (最低約定単位:5ロット)	1,000トン/ロット (最低約定単位:5ロット)	1,000トン/ロット (最低約定単位:5ロット)
取引時間	7:00-17:00(ロンドン時間)	7:00-17:00(ロンドン時間)	1:00-17:00(ロンドン時間)
呼値及び呼値の単位	ドル・セント/1トンあたり	ドル・セント/1トンあたり	ドル・セント/1トンあたり
最小刻み値	5セント	5セント	5セント
限月構成	連続72限月 連続18四半期(1-3月期、4-6月期、7-9月期、10-12月期) 連続6暦年(1-12月)	連続72限月 連続18四半期(1-3月期、4-6月期、7-9月期、10-12月期) 連続6暦年(1-12月)	連続72限月 連続18四半期(1-3月期、4-6月期、7-9月期、10-12月期) 連続6暦年(1-12月)
納会日	当限月最終金曜日	当限月最終金曜日	当限月最終金曜日
値幅制限・建玉制限	なし	なし	なし
決済機関	ICE Clear Europe	ICE Clear Europe	ICE Clear Europe
その他	EFP(Exchange of Futures for Physicals)、EFS(Exchange of Futures for Swaps)、Block取引(場外取引)が可能		

豪州における石炭デリバティブ取引

＜石炭デリバティブ取引の経緯＞

- 1996年にBarlow Jonkerが石炭取引をインターネット上の電子プラットフォームで行うWorld Coal Exchangeを開設したが、生産者の直接取引指向が強く失敗。
なお、Barlow Jonkerは同様の試みを過去2回行っている。
- また、1996年頃にシドニー先物取引所が一般炭とPCI炭の上場を検討したが、上場には至らなかった。
- 2001年に globalCOALが取引を開始。
 - * 2001年5月： 現物取引
 - * 2002年11月： スワップ取引
- globalCOALを利用したスワップ取引量が次第に増加。
- 2008年12月にICE Futures EuropeにおいてgC Newcastle Coal Futuresが開設される。
- 2009年7月にASXが石炭先物、石炭デリバティブを上場。

石炭取引の進展



出所：豪州証券取引所資料

豪州における石炭デリバティブ取引

＜globalCOALの取引量の推移＞

- 現物取引は、2003年に増加後、低調な時期が続き、2007年以降に増加。

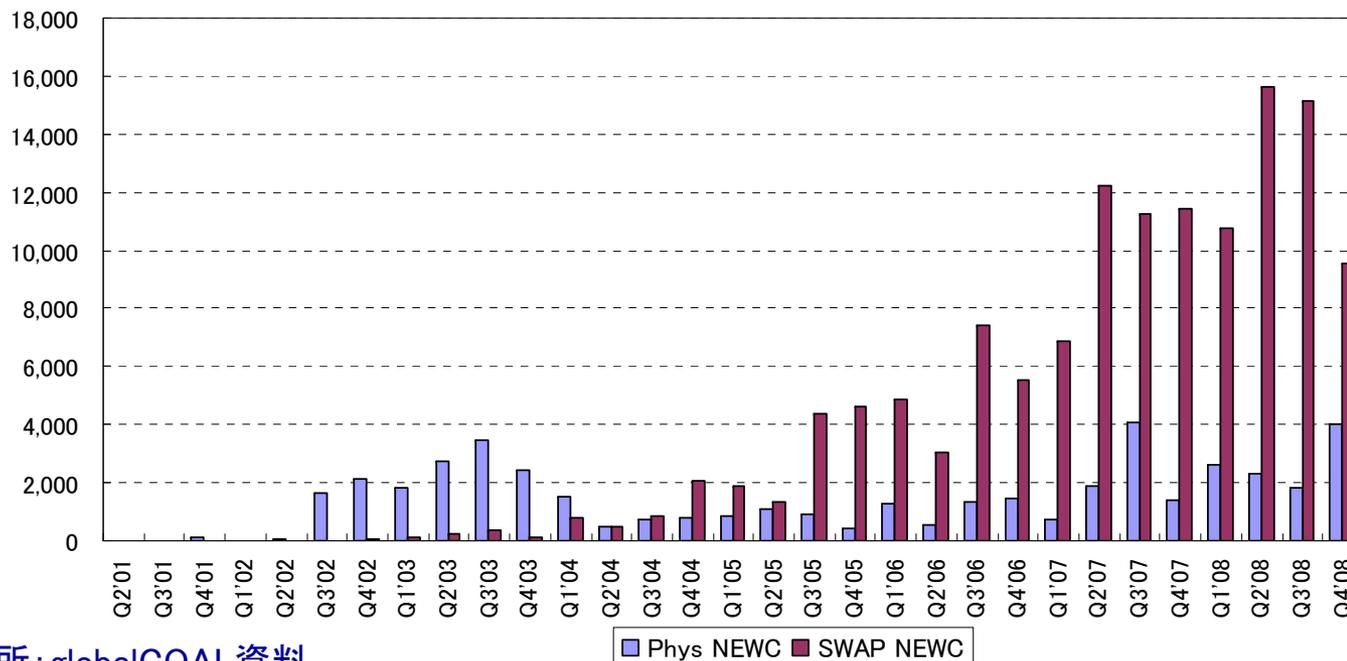
2007年：800万トン、2008年：1,080万トン

- スワップ取引は、2005年以降拡大。

2007年：4,180万トン、2008年：5,110万トン

これは欧州市場のプレイヤーの参入が大きい(欧州市場との裁定取引、現物石炭のヘッジを目的としたスワップ取引)と言われている。

(千トン)

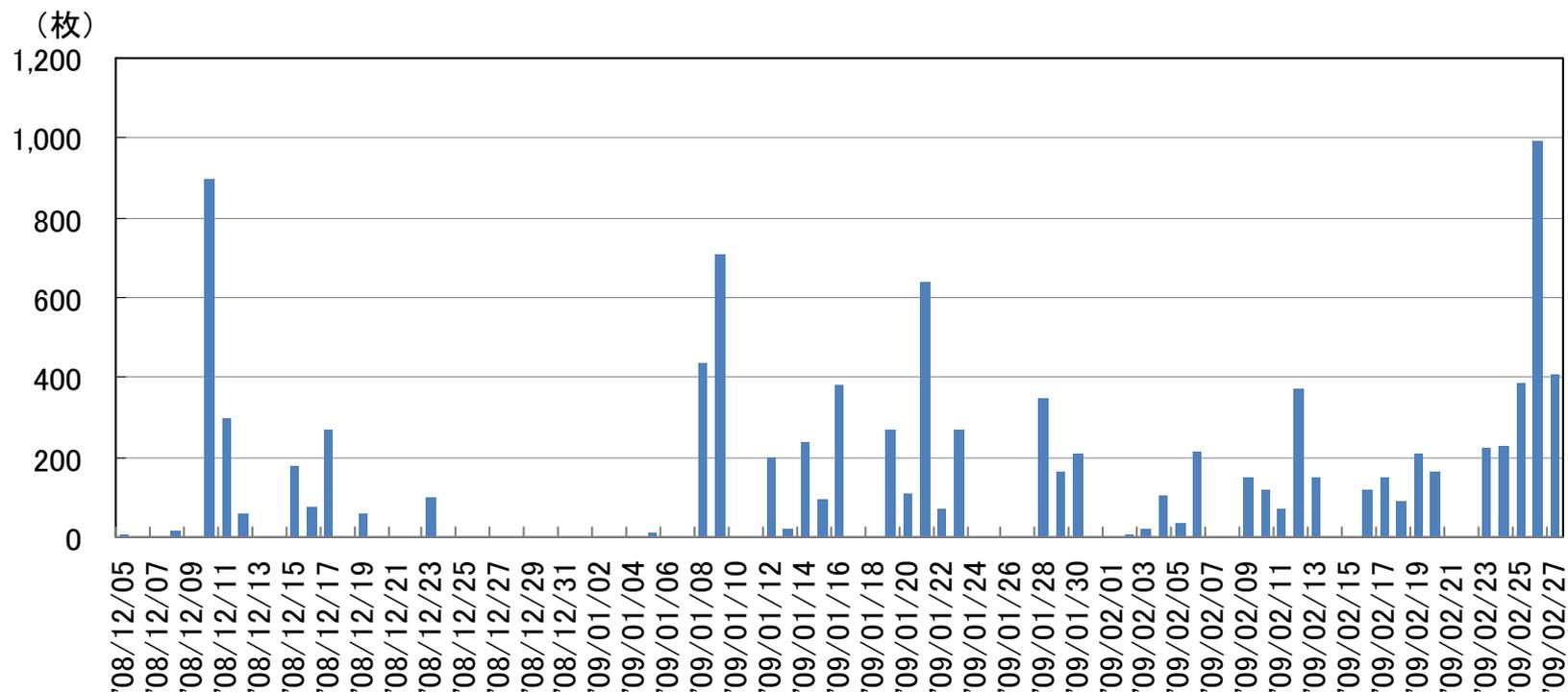


出所：globalCOAL資料

豪州における石炭デリバティブ取引

＜gC Newcastle Coal Futuresの開設と取引量の推移＞

- 2008年12月5日に、globalCOALとICEは、ICE Futures Europeにおいて、globalCOAL NEWC Indexの現金決済先物取引であるgC Newcastle Coal Futuresを開設。
- 取引量は、12月が1,965枚（196.5万トン）、1月が4,170枚（417万トン）、2月が4,210枚（421万トン）となっている。



出所:ICE Futures Europeホームページより作成

豪州における石炭デリバティブ取引

＜ASXでの石炭先物取引の上場＞

- オーストラリア証券取引所 (ASX) は、2009年4月21日に現物先物取引とオプション取引の上場を予定していたが、遅れている。
- なお、5月26日付けで7月7日の上場決定がアナウンスされた。

一般炭先物取引の概要

商品	6,000kcal(真発熱量ベース)、灰分最大13%(到着ベース)、硫黄分最大0.6%(到着ベース)を基準に値付けされる一般炭(FOB Newcastle)
契約単位	一般炭1,000トン(±10%のShipping Tolerance付き)
呼値及び呼値の単位	ドル・セント/1トンあたり
最小刻み値	5セント
最終取引日	限月の前月の第一取引日
取引時間	オーストラリア東部標準時の午後5時14分～午前7時、午前8時34分～午後4時30分(合衆国が夏時間中) オーストラリア東部標準時の午後5時14分～午前7時30分、午前8時34分～午後4時30分(合衆国が夏時間でない期間)
受渡日	受渡は限月内の買主が決めた日(FOBベース)
決済価格	最終取引日のDaily Settle Price
調整後最終決済価格	決済価格に真発熱量、灰分、硫黄分、滞船料、早出料等の調整を加えた最終決済価格
決済金額	調整後最終決済価格×数量
EFP/EFS/ADP ^注	市場参加者はオプションをクローズするのに使用可能
オプション	期間は4年、8四半期、半年あり

3. アジア市場における 石炭デリバティブ取引の普及

アジア市場における一般炭の取引状況

アジア市場の主要なユーザーである日本、韓国、台湾の電力の状況
＜契約形態＞

- アジア太平洋市場(既存輸入国である日本、韓国、台湾)では、安定供給確保の観点から長期契約(年間価格固定)による石炭調達が主流。
 - － 1990年代後半の価格低迷(スポット価格<長期契約価格)と供給不安がないことからスポット量が増加。
 - － しかし、2003年後半の需給逼迫を機に、再び長期契約の比率が高まる。
 - － 韓国の電力では、長期契約(3年以上)の比率は70～80%、年契約を含めると80%以上。
 - － 台湾電力では、複数年契約(長期、5年物、3年物(5年物が多い))と年契約の数量の合計を、全体の60～80%を原則としている。
 - － 日本の電力では、年契約を含めると90%に達する電力もある。
- 日本では、長期契約・年契約の価格交渉をずらした期ずれ契約により価格リスクへの対応が行われている。
- 韓国では、テnder方式での調達を行っており、価格リスクへの対応を行っている。

アジア市場における一般炭の取引状況

＜品位に対する要求＞

- 石炭品位への要求は、日本は厳しく、韓国・台湾は日本と比較してゆるい。
 - － 我が国の電力は発電所の仕様にあった石炭を安定的に調達しており、品位に厳しい。
 - － 韓国・台湾の電力は日本より柔軟な対応をしており、燃料コスト低減策としてインドネシア炭など亜瀝青炭も積極的に利用。

＜石炭価格の電気料金への転嫁＞

- 日本の電力には、燃料費調整制度により燃料費が電気料金へ転嫁される仕組みがあり、原則として燃料価格変動に対するヘッジ・ニーズがない。
- 韓国、台湾には、日本のような燃料費調整制度はなく、燃料価格の変動に合わせて電気料金改定案を政府に申請し、認可を受ける必要がある。

以上のように、アジア市場の一般炭取引状況は、欧州市場の状況と大きく異なる。

アジア太平洋市場における石炭取引の変化

① シッパー側のインデックス指向

価格ボラティリティの増大により、シッパーはインデックスリンクによる価格決定を指向している。

② アジア太平洋のOTC市場への欧州プレイヤーの参入

globalCOALのスワップ取引に欧州プレイヤーが参入し、欧州市場との裁定取引などを行っている。

③ アジア・インデックスによるデリバティブ市場の開設

上記①、②の状況を受けて、ICE Futures EuropeにおいてgC Newcastle Futuresが上場され、ASXにおいて現物先物取引とオプション取引が開設される。

④ 決定形態の変化(固定価格⇒インデックスリンク価格)

シッパー側のインデックス指向により、これまで長期契約(年契約)の値決めにおいて主流であった年間固定価格からインデックスリンクによる変動価格への変化が、起こり始めている。

今後のアジア太平洋市場における石炭デリバティブ取引

今後のアジア太平洋市場の石炭デリバティブ取引については、以下のことが予想される。

- 欧州プレーヤーによる取引が活発になり、欧州大西洋市場との裁定取引が拡大する。
- 英国のICE Futures Europeと豪州のASXにおける石炭先物取引の上場に伴い、これら取引所における既存プレーヤーが一般炭取引に参入する。
- 特に、ICE Futures Europeにおける欧州大西洋市場とアジア太平洋市場の裁定取引が活発化する。
- このように欧州プレーヤーによる欧州市場との裁定取引が増加すれば、アジア市場の価格形成は、欧州市場の影響を強く受けることになる。
- 長期契約(年契約)では、年間固定価格からインデックスリンクによる変動価格への移行が進み、インデックスリンクでの契約が増える。
- また、一方では、欧州市場でOTC取引の仲介をしているブローカーの仲介が本格化すれば、アジアのプレーヤーによる取引量のある程度の増加が見込まれる。

まとめ

- アジア太平洋市場では、以下の点から、まだ、デリバティブ市場が普及・拡大する環境は、まだ整っていないと判断される。
 - － アジア地域では石炭火力がベースロードであり、東南アジアやインドなどではIPPの拡大が見込まれることから、今後も石炭の安定供給を重視した長期契約や年契約が主流であり続ける可能性が高い。
 - － また、我が国の電力を始めとする石炭ユーザーは、長期契約、年契約の価格決定時の参照価格として、石炭市場に対し価格指標を求めているが、価格変動に対するヘッジ・ニーズがなく、自ら市場に参入するという動機付けが少ない。
- 一方、欧州プレイヤーのデリバティブ市場への関心は強く、今後欧州プレイヤーを中心にアジア太平洋地域のデリバティブ市場での取引は増加していくことが見込まれる。
- このような状況において、アジアの石炭需給を反映した価格形成を行うには、アジアの当業者がデリバティブ市場に積極的に参入し、アジアの石炭需給を反映した市場作りを行う必要がある。
- また、我が国における石炭市場の創設も一つの方法であると考えられる。潜在的な市場創設に対するニーズはあると思われるが、その環境が整うにはいくつかのハードルがあり、市場創設に時間を要する。