

CCS のコスト試算について

2017年12月21日
NEDO ワシントン事務所

I. CCS コスト試算例 (米 NETL 及び英 ETI)

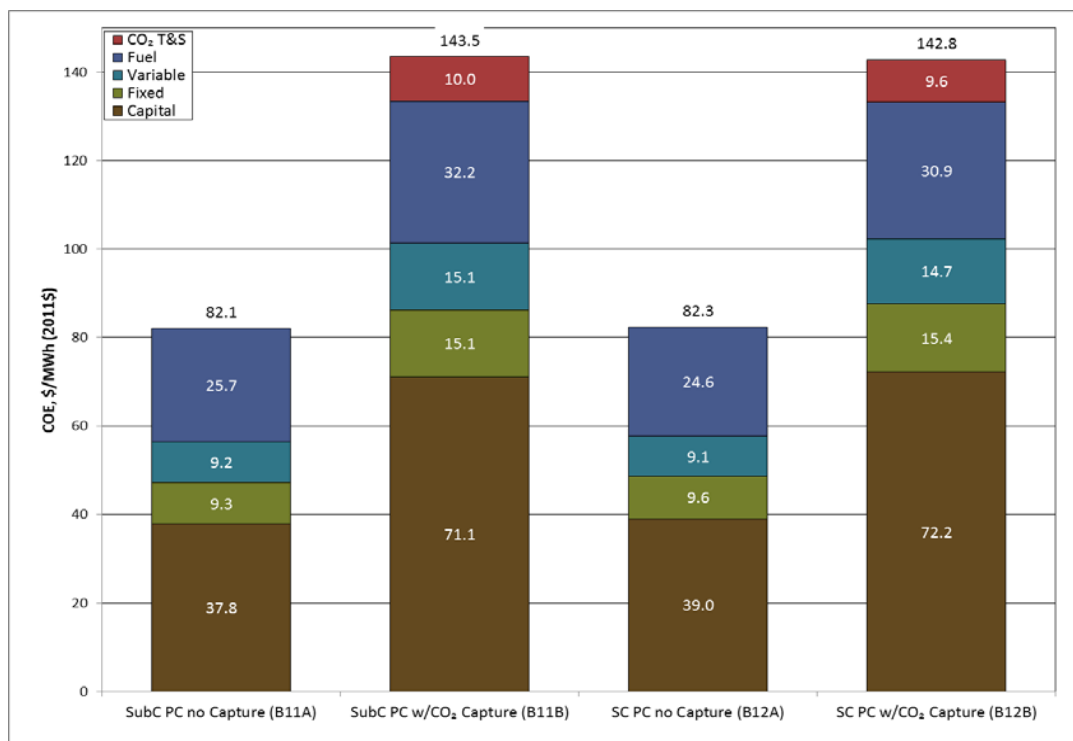
1. 米国立エネルギー技術研究所 (NETL) の CCS コスト試算 (2015 年)

NETL は、「Aspen Plus」モデル (プロセスシミュレーター) 及び WorleyParsons 社によるシミュレーション結果に基づき試算した資本費・運転維持費を利用して、発電原価 (Cost of Electricity) を算出。

a) 試算前提として設定した想定発電所の主要特性

- 米国中西部の平地に建設される、550MWe (55 万 kW) 級の石炭火力発電所
- 耐用年数 30 年
- 利用炭はイリノイ No.6 石炭で、価格は\$2.94¹/MWBtu
- 亜臨界微粉炭 (subcritical PC) 火力発電所：蒸気圧 16.5MPa、蒸気温度 566℃
- 超臨界微粉炭 (supercritical PC) 火力発電所：蒸気圧 24.1MPa、蒸気温度 593℃
- CO₂ 回収装置；化学吸着法 (Shell Cansolv、P93)

b) 微粉炭火力発電所の発電原価 (NETL 報告書 P.163)



¹ 2011 年のドル

- **亜臨界微粉炭火力発電所に設置する CCS コストは、（\$143.5-\$82.1=）
\$61.4/MWh（\$0.06/kWh）**
 - 2011 年ドル換算で約 **4.96 円/kWh**²、現行ドル換算³で約 **6.96 円/kWh**
- **超臨界微粉炭火力発電所に設置する CCS コストは、（\$142.8-\$82.3=） \$60.5/MWh
（\$0.06/kWh）**
 - 2011 年ドル換算で約 **4.89 円/kWh**、現行ドル換算で約 **6.85 円/kWh**

2. 英エネルギー技術研究所 (Energy Technologies Institute : ETI) の CCS コスト試算 (2016 年)

- a) 試算前提として設定した想定発電所（英国）の主要特性
- 1 GW 級の微粉炭火力発電所
 - 耐用年数 30 年
 - 石炭価格は £ 65/トン⁴
 - CO2 捕捉装置；化学吸着法（アミン技術）
- b) 石炭火力発電所の発電原価（ETI 報告書 P.10）

	微粉炭火力	微粉炭火力+ CCS
資本コスト (£ /kWnet)	1,480	2,560
均等化発電原価 (£ /MWh)	56	87
均等化燃料費 (£ /MWh)	21	26

(ETI 発表の "Reducing Cost of CCS" の図 3 を基に NEDO ワシントン事務所作成)

- 微粉炭火力発電所に設置する CCS コストは、（£ 87- £ 56=） **£ 31/MWh
（£ 0.03/kWh）**
 - 2010 年ポンド換算で約 **4.33 円/kWh**⁵、現行ポンド換算で約 **4.81 円/kWh**⁶

² 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティングによると、2011 年の年間平均は 1 米ドルが 80.84 円

³ 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティングによると、2017 年 12 月 20 日の 1 米ドルは 113.97 円

⁴ 2010 年のポンド

⁵ 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティングによると、2011 年の年間平均は 1 英ポンドが 139.60 円

⁶ 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティングによると、2017 年 12 月 20 日の 1 英ポンドは 115.32 円

II. CCS コスト試算方法統一化の動向

CCS コスト試算に係る課題として、火力発電所の二酸化炭素（CO₂）回収・貯蔵のコスト試算方法が調査機関によって大きく異なることが、CCS コストの誤解や混乱が挙げられる。この課題解決に当たって、CCS コスト試算の改善・体系化が急務となり、2011年3月、世界各国の政府機関、大学、企業及び環境団体の専門家が CCS コスト試算の統一化に係る第一回国際ワークショップを開催した。

同ワークショップの主な結論と提言は以下のとおり。

- 異なる著者及び組織による現在の CCS コスト試算・報告方法には大きな相違及び矛盾がある
- 現在の公開情報には CCS コストに関してかなりの誤解・混乱がみられる
- こうした矛盾が、様々な炭素回収方法の正確なコスト比較を阻んでいるほか、CCS と他の温室効果ガス (GHG) 削減方法との比較を歪めている
- 発電所の CCS に関して一貫性のある分かりやすいコスト試算方法及び名称に係るガイドラインを策定するタスクフォースの設置が必要である。

同提言を踏まえ、2011年10月、7名構成の CCS コスト試算タスクフォースが設立。CCS 及び発電所コスト試算の際にあらゆる機関が受け入れ可能な「共通言語」を作成すべく、CCS・石炭火力技術をリードする 5 機関（タスクフォースのメンバーである、NETL、電力研究所、国際エネルギー機関 GHG プログラム、欧州委員会の Zero Emissions Platform、及び、世界 CCS 研究所）が使用する用語の体系的な比較・見直し、及び、資本コスト及び O&M コストの算出に使用している方法の比較を実施。

最終的に、同タスクフォースは、CCS コスト算出に係る共通用語及び一般的手法に関する提言で合意に達し、この結果を『*Toward a Common Method of Cost Estimation for CO₂ Capture and Storage at Fossil Fuel Power Plants*』と題する報告書として、2013年3月に発表。CCS コスト算出手法に係る主な比較表は、以下のとおり。現在、DOE/NETL の手法を軸に統一化が進められている。

主要 5 機関の CCS コスト算出手法の比較（2013 年）

<u>DOE/NETL</u>	電力研究所 (EPRI)	IEA-GHG	ZEP (Europe's Zero Emissions Platform)	GCCSI (Global CCS Institute)
Bare erected cost (BEC)	BEC	Installed costs		BEC
+	+	+		+
Engineer/Procure/ Construct Cost (EPCC)	EPCC	EPCC	EPCC	EPCC
+	+	+	+	+
Contingencies	Contingencies	Contingencies	Owner's costs	Contingencies
Total Plant Cost (TPC)	TPC	TPC		TPC
+				
Owner's costs			Total Investment Cost	TOC
Total Overnight Cost (TOC)				+
+	+	+		Owner's costs
				+

Interest during construction (IDC) + Escalation	AFUDC + Escalation Total Plant Investment + Owner's costs	IDC + Owner's costs		IDC
Total AS-spent Capital	Total Capital Requirement	Total Capital Requirement		Total Installed Cost

(出典：タスクフォース発表の上記白書の表 A1)

CCS コスト試算タスクフォースが推奨するコスト計算方法

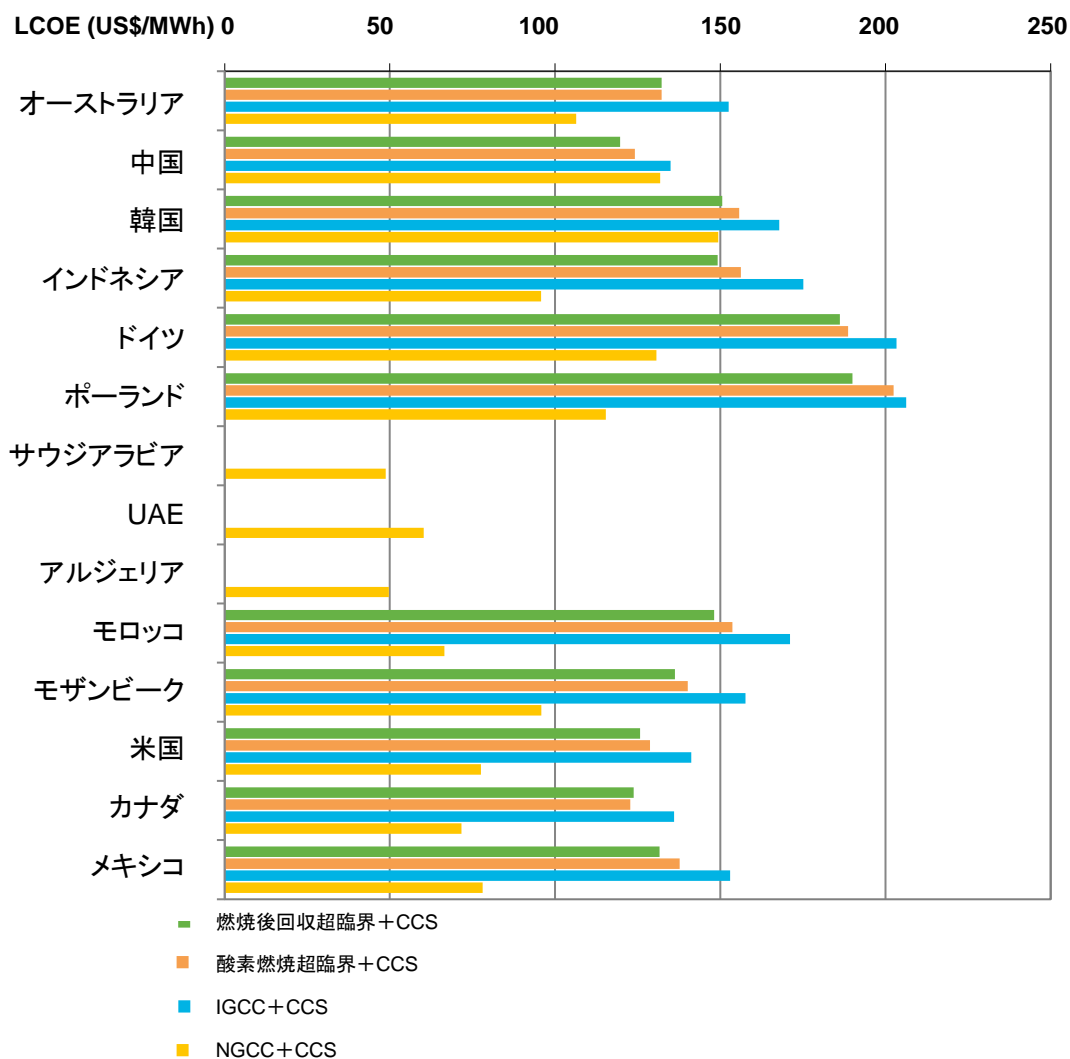
数値化すべき資本費の要素	左項の総合名称
Process equipment Supporting facilities Labor (direct & indirect)	設備原価 (BEC)
Engineering services	エンジニアリング、調達及び建設費 (EPCC)
Contingencies: - process - project	発電所建設費 (TPC)
Owner's costs: - Feasibility studies - Surveys - Land - Permitting - Finance transaction costs - Pre-paid royalties - Initial catalyst & chemicals - Inventory capital - Pre-production (startup) - Other site-specific items unique to the project (such as unusual site improvements, transmission interconnects beyond busbar, economic development incentives, etc.)	発電所建設単価 (TOC) ⁷
Interest during construction Cost escalations during construction	発電所資本費 (Total Capital Requirement)

(出典：タスクフォース発表の上記白書の表 4 を基に NEDO ワシントン事務所作成)

⁷ 金利を含まない建設コスト

Ⅲ. CCS プラントの均等化コスト比較 (GCCSI, 2017 年)

Global CCS Institute は 2017 年 6 月、CCS に係る業種別及び各国別のコスト比較を調査報告。この中で、火力発電所+CCS に係る 14 カ国比較は、以下のとおり。



それぞれ GCCSI の分析ポイントは、以下のとおり。

- ・CCS を伴う天然ガス複合サイクル (NGCC) は、燃焼後回収超臨界石炭火力、酸素燃焼超臨界石炭火力、IGCC に CCS を付加する場合に比べて、いずれも安価 (特にサウジアラビア、UAE、アルジェリアなどガス生産国) 。

- ・CCS を伴う石炭火力発電所のコストが低い国は、米国、カナダ、メキシコ、中国。主な理由として、石炭価格が安い (カナダ)、人件費が安い (メキシコ)、人件費・設備費が安い (中国) 。

【参考資料】

["Cost and Baseline for fossil Energy Plants Volume 1a: Bituminous Coal \(PC\) and Natural Gas to Electricity"](#) Department of Energy National Energy Technology Laboratory, July 6, 2015
(P93、P101 にフールド)

["Reducing the Cost of CCS: Developments in Capture Plant Technology"](#) Energy Technologies Institute, May 2016

["Toward a Common Method of Cost Estimation for CO2 Capture and Storage at Fossil Fuel Power Plants"](#) Global CCS Institute, March 2013
(P19 に比較表)

["Global Costs of Carbon Capture and Storage"](#) Global CCS Institute, 2017