

アルミニウムベンチマーク（案）

2025年11月19日

製造産業局金属課

ベンチマーク（BM）策定にあたって考慮すべき事項

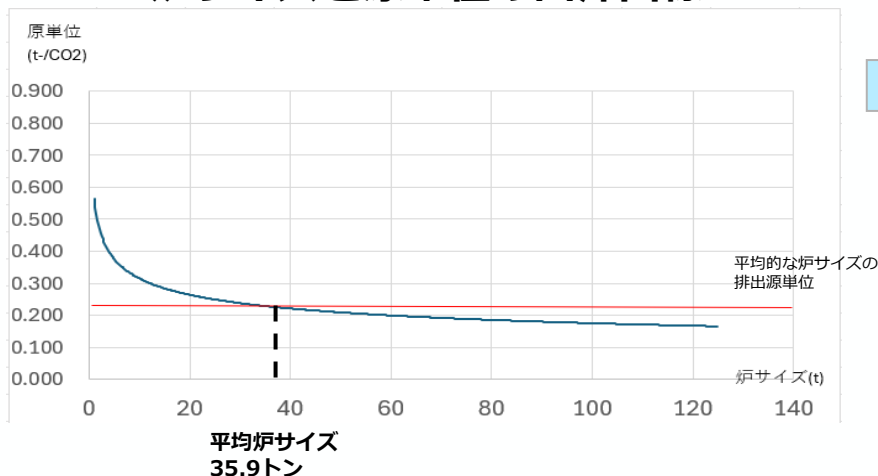
製品分類・品種を踏まえたベンチマークの策定が必要

- アルミニウム産業は、基礎素材を様々な産業に供給し、業種特性を考慮する必要性の高いエネルギー多消費分野であり、BM作成が必要。
- アルミニウムの製造工程は、原料を事業所に搬入してから溶解等を行い、半製品を生産するまでの溶解工程と、圧延等を行い、アルミ製品を生産するまでの製品工程に大別される。
- さらに、同一の製造プロセスや製品種の中でも、製品によって製造工程やエネルギーが大きく異なり、CO₂排出原単位にも差が生じる。
- こうしたアルミニウム製造工程、製品特性を踏まえ、公平性のあるBMを検討する必要がある。

1. 炉サイズ、チャージ数毎の標準的な原単位

- 国内アルミニウム製造事業者への調査の結果、①製品によって「炉サイズ」が異なり、溶解効率が変化することで、エネルギー消費原単位に大きな差が生じること、②製品によって「成分調整に必要な casting 時間」が異なり、時間当たりの casting 回数である「チャージ数」によって生産効率が変化することで、エネルギー消費原単位に大きな差が生じることが判明し、実データで確認したところ、炉サイズ、チャージ数毎の排出原単位に差異が生じていることが確認された。
- これを踏まえて炉サイズ及びチャージ数との重回帰式を算出した。

炉サイズと原単位の回帰曲線



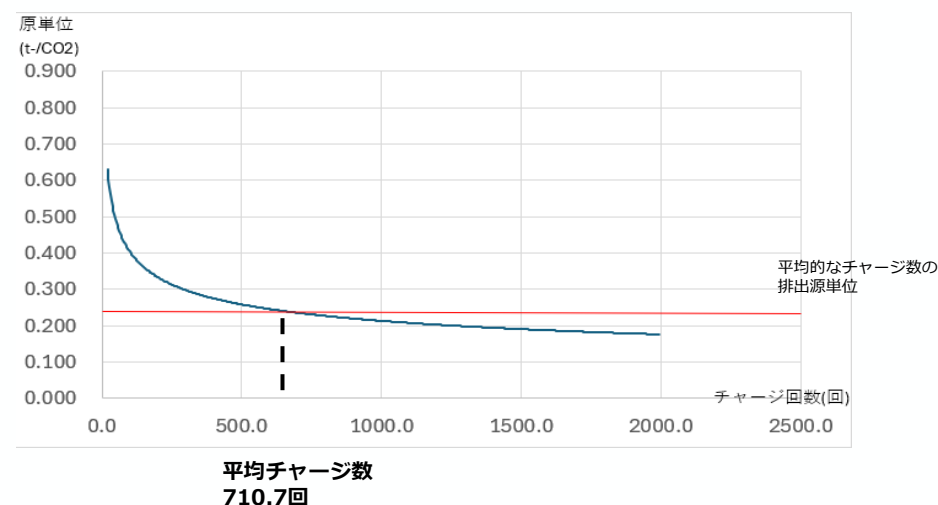
炉サイズ及びチャージ数と
原単位の重回帰式：

$$Z = 1.511 \cdot X^{-0.195} \cdot Y^{-0.184}$$

Z: 原単位 (t-CO2/t)
X: 炉サイズ (t)
Y: チャージ数 (回/年)

	業界の 平均的原単位
原単位 t-CO2/t-製品	0.224

チャージ数と原単位の回帰曲線



2. ベンチマークの補正方法

- 上工程の活動量について、各社ごとの実際の排出原単位に、炉サイズ・チャージ数による原単位への影響を踏まえた重回帰式により算出された係数を乗じることで、炉サイズ、チャージ数の違いによる原単位の差を補正。

$$\text{割当量} = \text{上工程【上工程の目指すべき排出原単位} \times \text{上工程の基準活動量※】} \\ + \text{下工程【下工程の目指すべき排出原単位} \times \text{下工程の基準活動量※】}$$

上工程

$$\text{上工程の目指すべき排出源単位} = \frac{\text{直接排出量}}{\text{活動量}}$$

$$\text{活動量} = \text{半製品の生産量} \div \text{補正係数}$$

$$\text{補正係数} = \frac{\text{業界の平均的なプロセス構成になった場合のCO2排出量}}{\text{各社の炉サイズ・チャージ数を踏まえた標準的CO2排出量}} = \frac{0.224 \times \text{各社の半製品の生産量}}{\sum (1.511 \cdot (\text{炉サイズ})^{-0.195} \cdot (\text{チャージ数})^{-0.184} \times \text{各炉の半製品の生産量})}$$

下工程

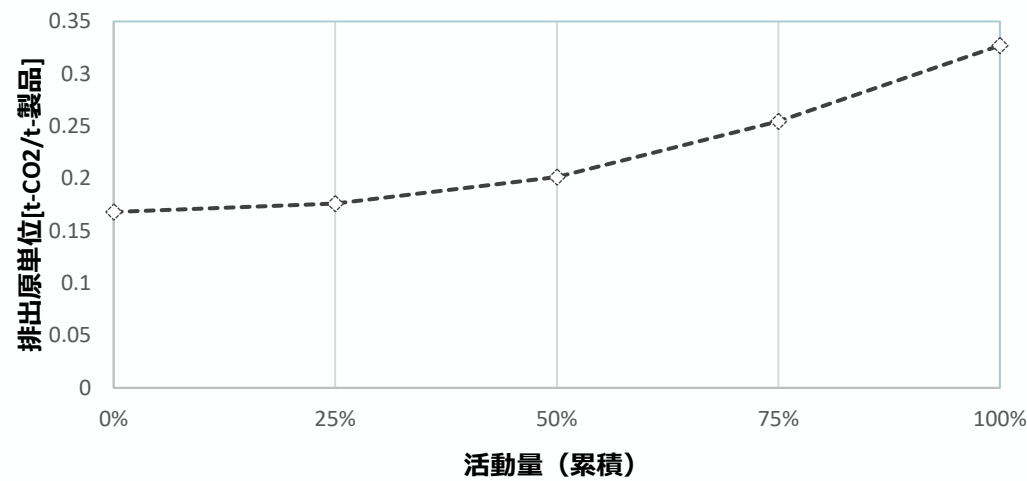
$$\text{下工程の目指すべき排出源単位} = \frac{\text{直接排出量}}{\text{活動量}}$$

$$\text{活動量} = \text{製品生産量}$$

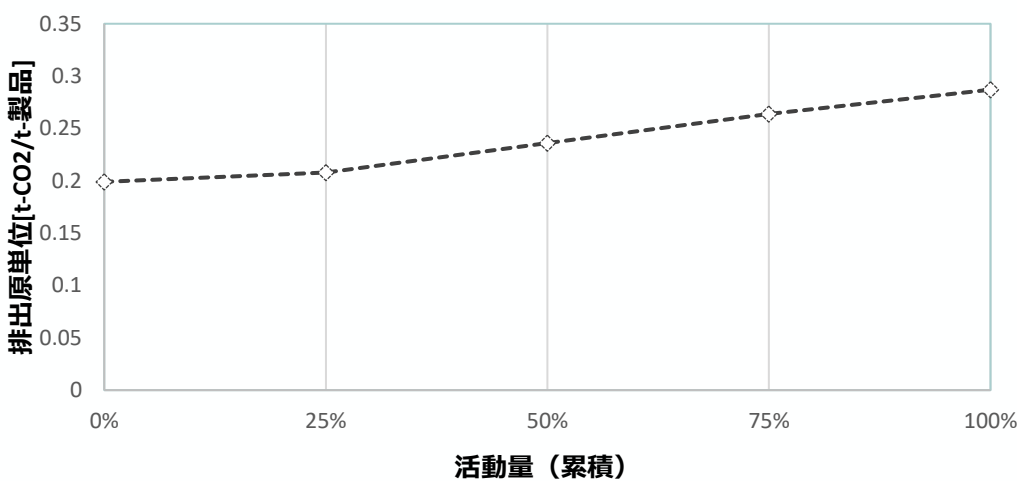
3. ばらつきの改善状況（上工程）

- 炉サイズやチャージ数による補正により削減努力以外の要因による影響が軽減され、原単位のばらつきの大きさを示す変動係数は0.283から0.146に改善された。

補正前



補正後



変動係数（※ 標準偏差/算術平均）

補正なし	炉サイズのみ	チャージ数のみ	炉サイズ・チャージ数
0.283	0.180	0.188	0.146

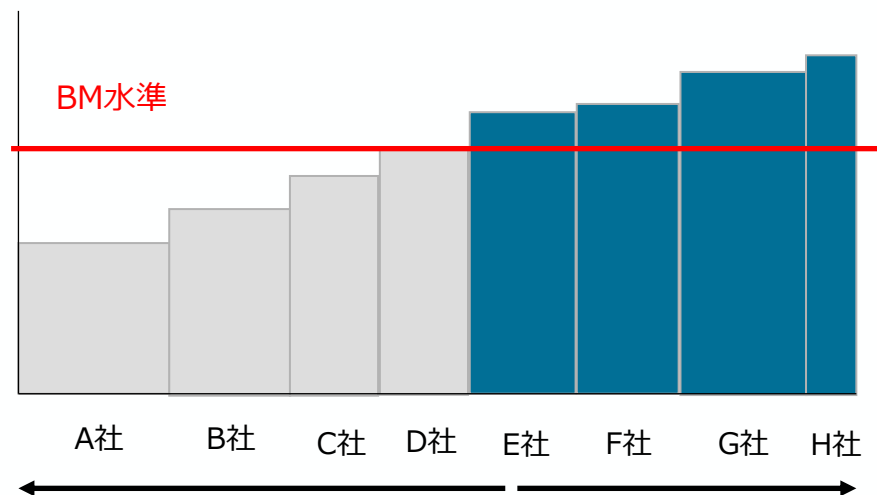
【参考】上工程の目指すべき排出原単位の決定：炉サイズ・チャージ数による排出原単位の補正

- 炉サイズ・チャージ数に起因する各社の排出原単位の差がならされるよう補正係数を乗じた上で、上工程の「目指すべき排出原単位」を決定する。

補正しない状態での比較

- 炉サイズが小さく、チャージ数が少ない事業者は排出枠が不足

排出原単位



炉サイズが大きい／
チャージ数が多い
事業者

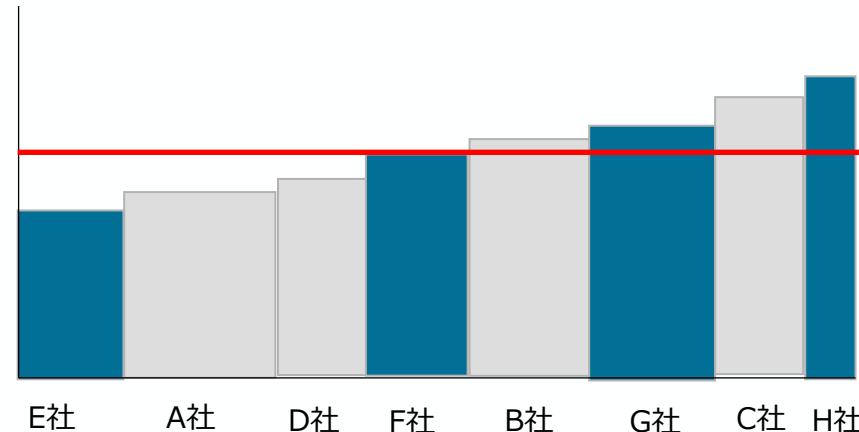
炉サイズが小さい／
チャージ数が少ない
事業者

補正した状態での比較

- 炉サイズが小さく、チャージ数が少ない事業者でもエネルギー効率が高ければ余剰が発生

排出原単位

炉サイズ・チャージ数
を考慮した補正係数を
乗じる



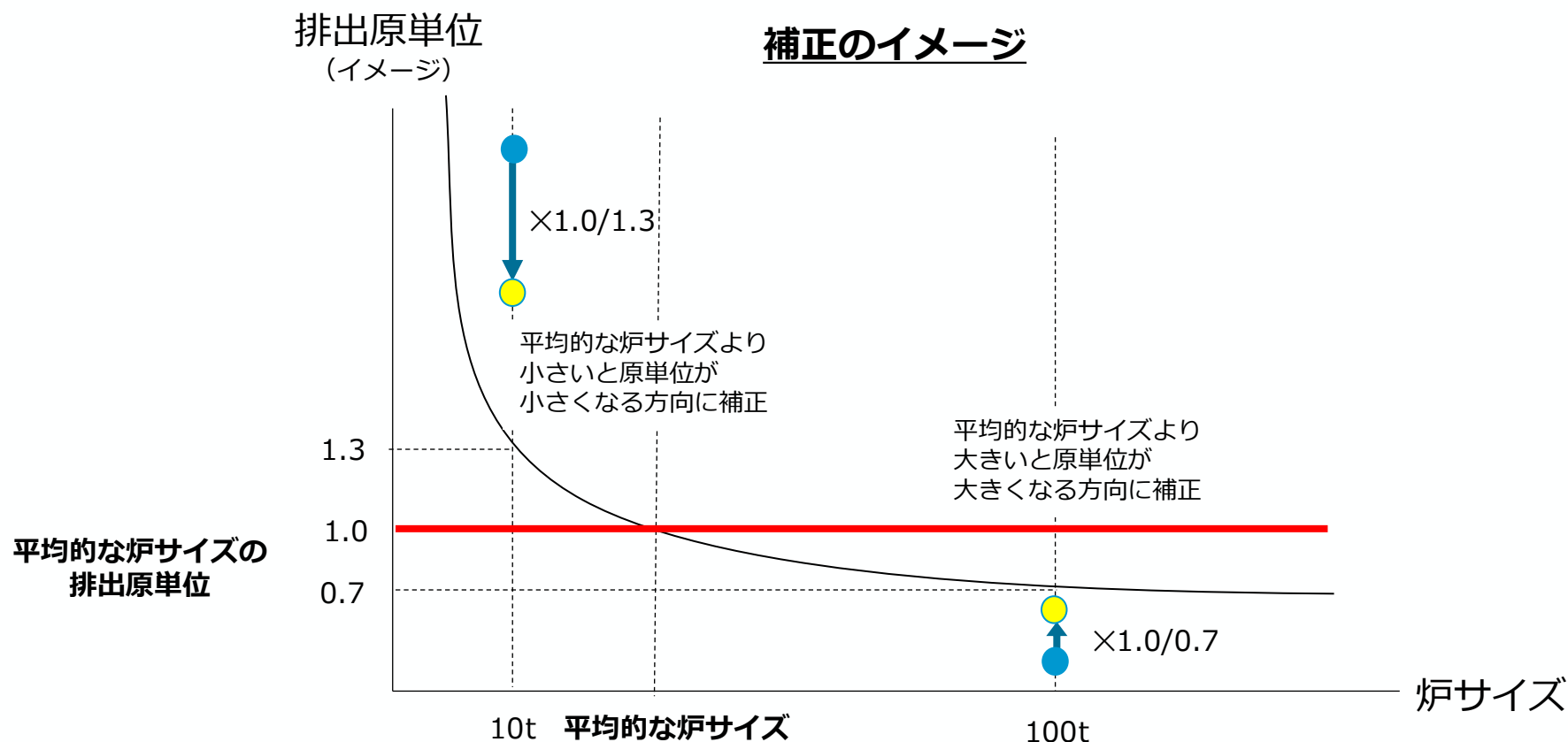
炉サイズ・チャージ数
を考慮した補正係数

=

業界の平均的なプロセス構成になった場合のCO2排出量
各社の炉サイズ・チャージ数を踏まえた標準的CO2排出量

【参考】上工程の補正について（例：炉サイズ）

- 各社の炉ごとのデータから回帰式を算出。回帰式に平均的な炉サイズを代入し、「平均的な炉サイズの排出原単位」を算出。
- 各炉サイズを回帰式に代入し得られた排出原単位（分母）と、「平均的な炉サイズの排出原単位」（分子）の比率から当該炉サイズにおける補正係数を得る。
- 各社のそれぞれの炉に炉サイズごとの補正係数をかけて、各炉における補正後の排出原単位を得る。
- 各炉における補正後の排出原単位を用いて目指すべき排出原単位を割り出す。



【参考】 割当量の算定：各社の炉サイズ・チャージ数による割当量の調整

- 各社の排出枠の割当量は「目指すべき排出原単位」と基準活動量を用いて計算される。
- 他方、各社の排出原単位を補正した上で決定した「目指すべき排出原単位」は、各社の炉サイズ・チャージ数が業界平均と同等になったと仮定している。
- このため、各社の炉サイズ・チャージ数の実態に即した割当量を算定するために、各社の排出原単位の補正時に用いた各社ごとの補正係数で割り戻すことで調整する。

