
炭質の影響を考慮した 微粉炭火力発電プラントシミュレーター Coal Quality Evaluation System (C-Quens)

岐阜大学大学院工学研究科
環境エネルギーシステム専攻
神原 信志

「炭種の影響」をどのように定量化したか

- ・国内10基以上の微粉炭火力プラントデータを100炭種以上収集
- ・プラントデータを石炭性状から予測するINDEXを開発
- ・マイクロ分析と燃焼実験により、INDEXの物理化学的意味を説明

実機プラントデータ収集

- ・100%負荷給炭量
- ・未燃分
- ・NO_x, SO_x, CO₂
- ・PM, Hg, B, Se, As
- ・発電効率(所内動力)

など

石炭性状分析(マクロ分析)

- ・発熱量, HGI
- ・工業分析
- ・元素分析
- ・灰組成分析
- ・微量元素分析

など

石炭性状分析(マイクロ分析)

- ・レーザーラマン分析
- ・¹³C-NMR分析
- ・XPS分析

など

燃焼実験

- ・未燃分, NO_x, SO_x, Hg
- ・灰組成, 灰粒径分布
- ・微量元素分析

など

相関

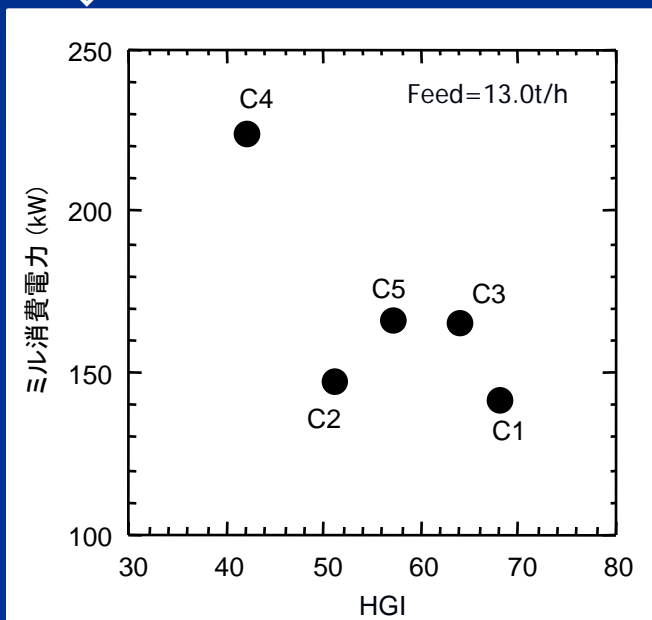


考察

粉砕動力を予測するINDEXの開発例

従来の考え方：HGIと粉砕動力は相関しているだろう

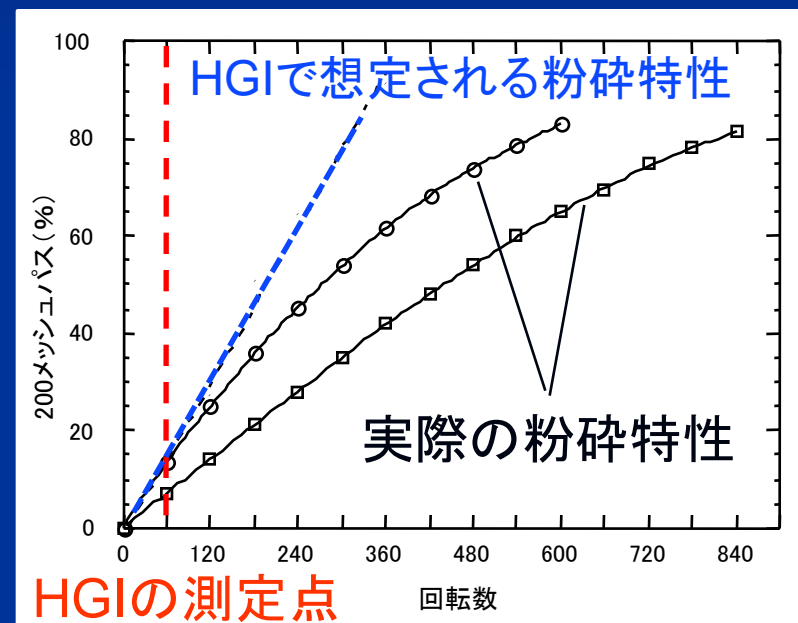
しかし、実際は...



なぜ？

HGIと粉砕動力は相関しない！

HGIは、粉砕現象の初期を測定した結果である。

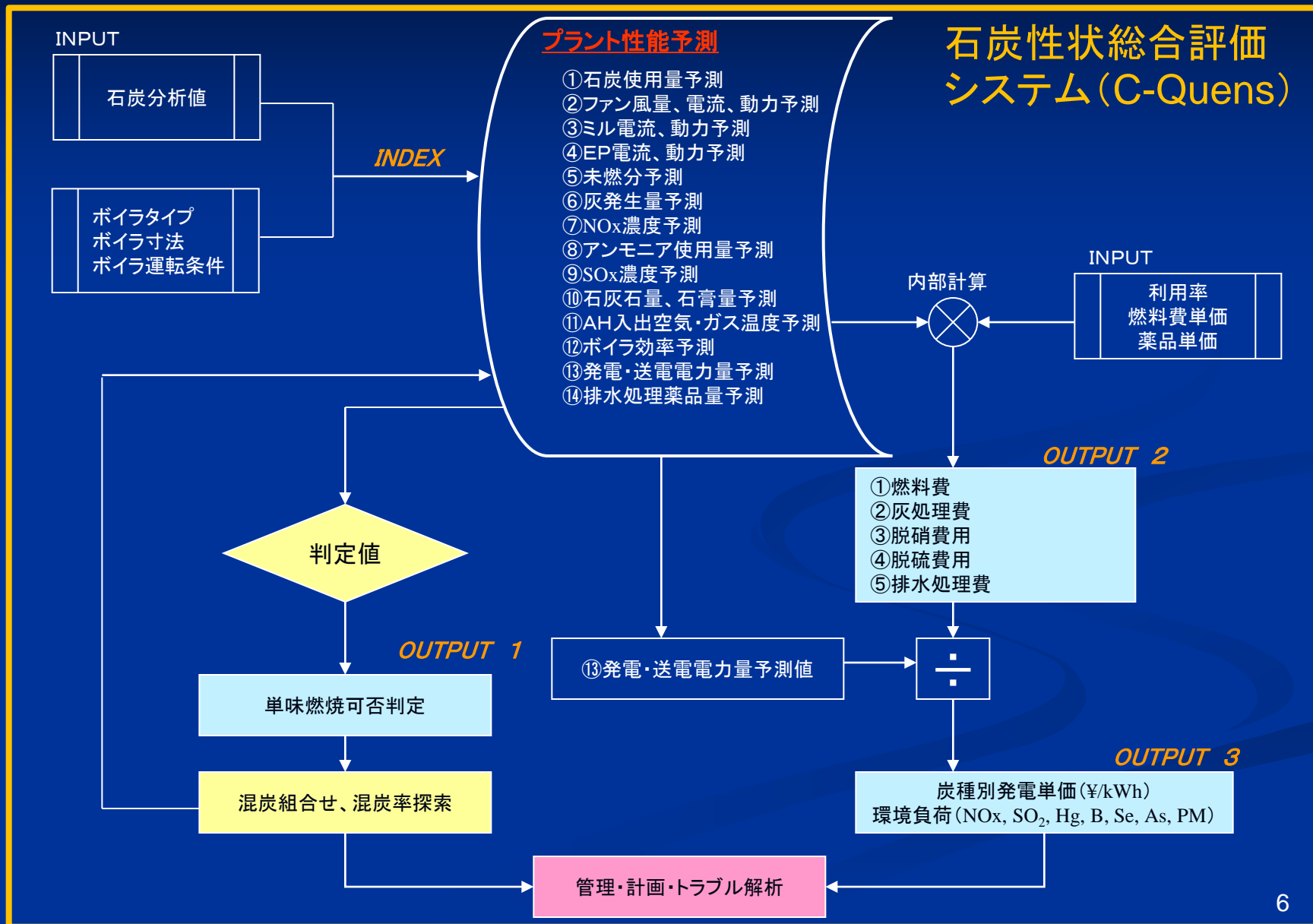


新たな粉砕性指標を開発し、実データをもとに相関式を作成

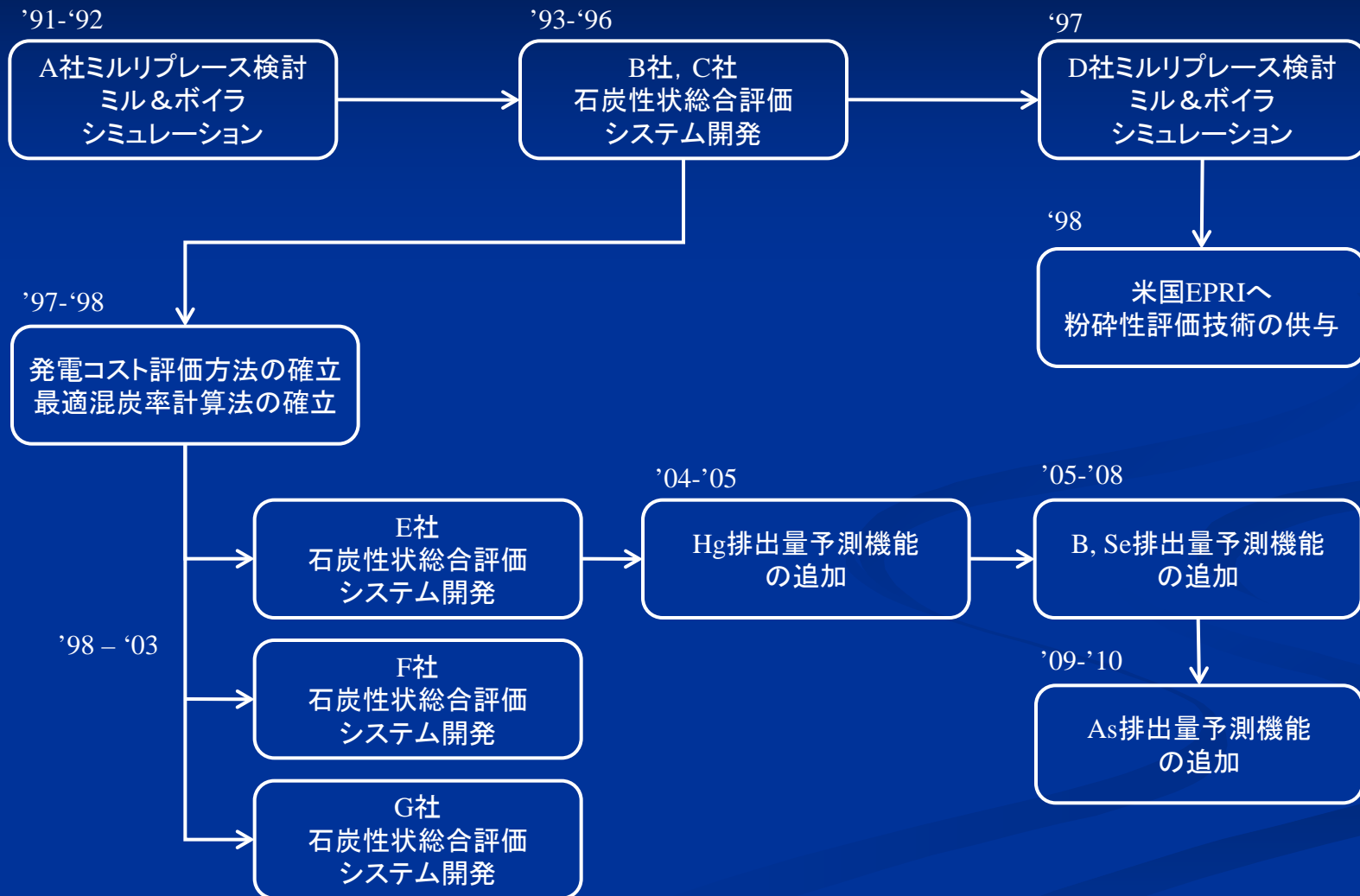
開発したINDEXの項目例と相関因子

予測項目(一例)	関係する石炭性状
ハンドリング性	水分, 原炭粒径, 灰分
自然発火性	水分, O/C, 発熱量
燃焼性(未燃分)	H/C, O/C, 発熱量
NO _x 発生濃度	N, O/C, VM
SO ₂ 発生濃度	Ca/Total S, 発熱量
集塵率	灰組成, SO ₂ 濃度
CO ₂ 発生濃度	発熱量, 水分, O/C

INDEXからプラント性能を予測するスキーム



C-Quens開発の歴史



C-Quensの操作

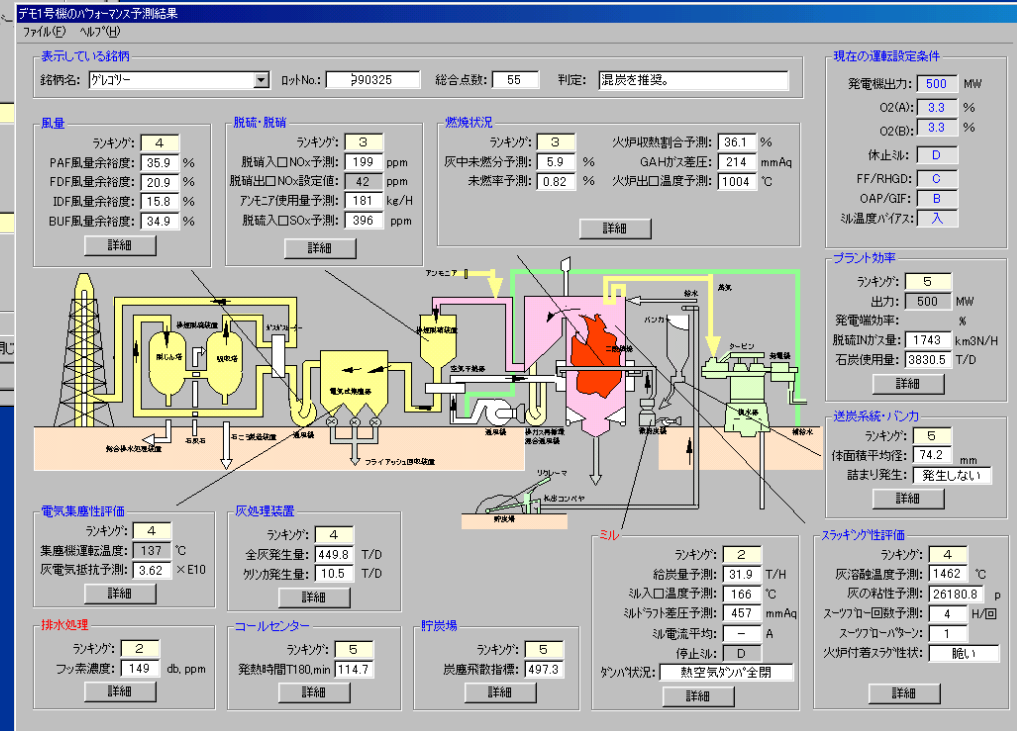
1. 基本的な石炭性状を入力すれば、

2. プラント特性が予測される

登録と変更

石炭性状データの新規登録や編集・削除を行います。各項目にデータを入力してください。黄色の項目は、必須のデータです。

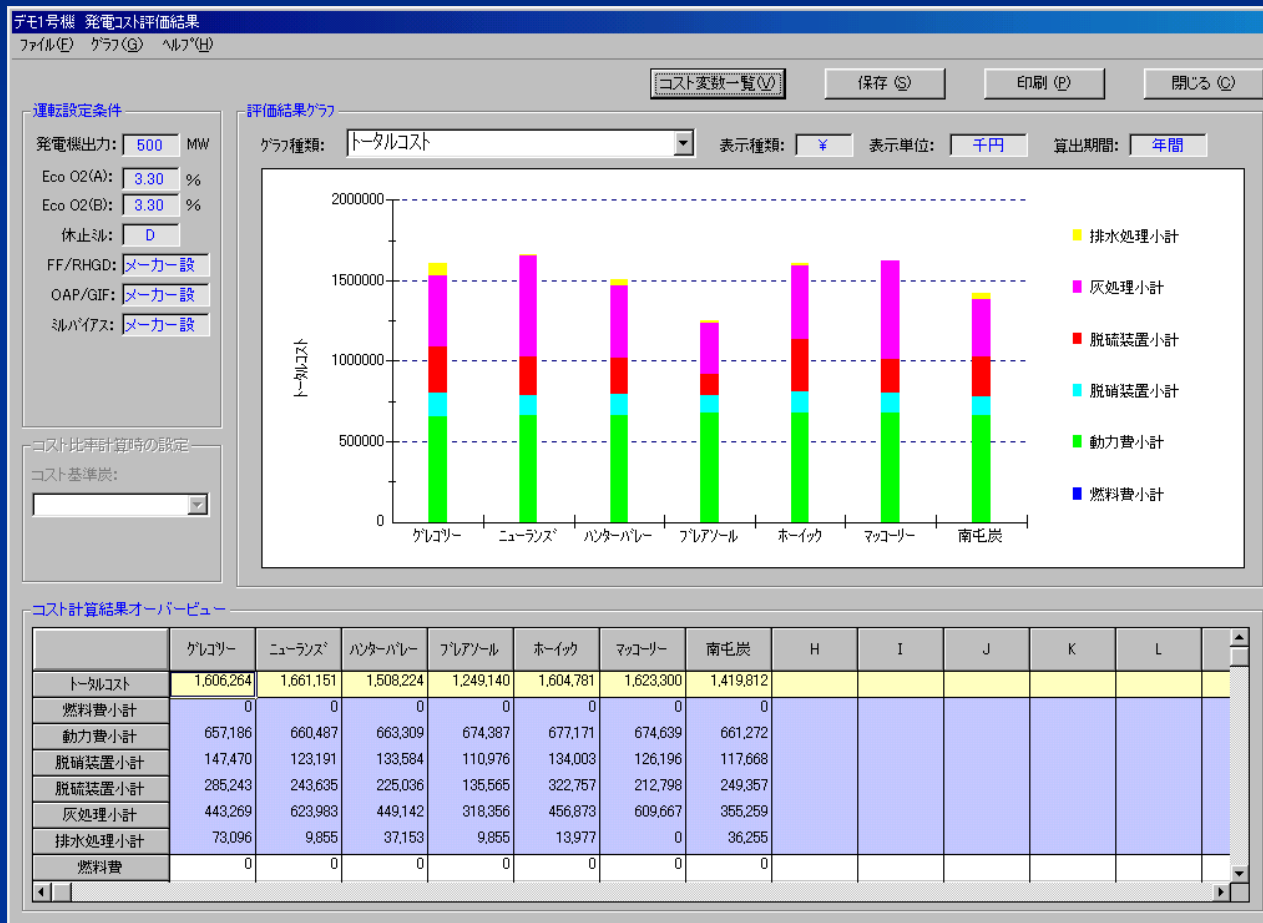
一般分析	灰分析・粒度試験	特殊分析	燃焼試験	バトリック試験
一般事項 銘柄名: [] ロト No.: [1] 短縮名: [] 産炭国: [AUS] 分析者: [] 入力日: [1999/03/11] 備考: [] メモ: []	工業分析と元素分析 全水分 (%) 到着: [0.0] 発熱量 (kcal/kg): [0] --> ベース: [気乾] HGI: [0] ホッソ指数: [] 例) 1 1/2 水分 (00): [0.00] --> 気乾または恒湿ベース 灰分 (00): [0.00] 揮発分 (00): [0.00] 炭素 (00): [0.00] --> ベース: [気乾] 水素 (00): [0.00] 窒素 (00): [0.00] 燃焼性硫黄 (00): [0.00] 全硫黄 (00): [0.00] --> ベース: [気乾] 塩素 (ppm): [0] フッ素 (ppm): [0]			



計算エンジンにExcelを使用し、ブラックボックス化を回避

発電コストの評価

- ・炭種毎の給炭量，発電効率，環境処理コストから発電コストを算出
- ・発電コストミニマムの混炭組合せと混炭率の推算が可能



予測の精度

- ・給炭量，灰中未燃分，NO_xの予測値と実績値の比較を下図に示す
- ・おおむね，誤差10%程度であり，予測精度として十分なレベル

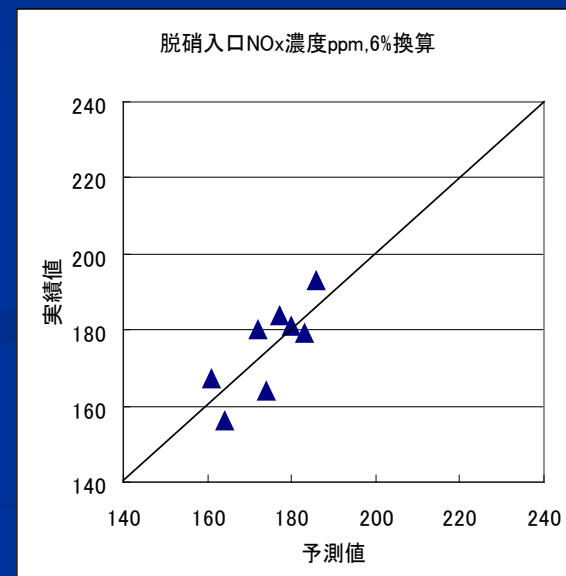
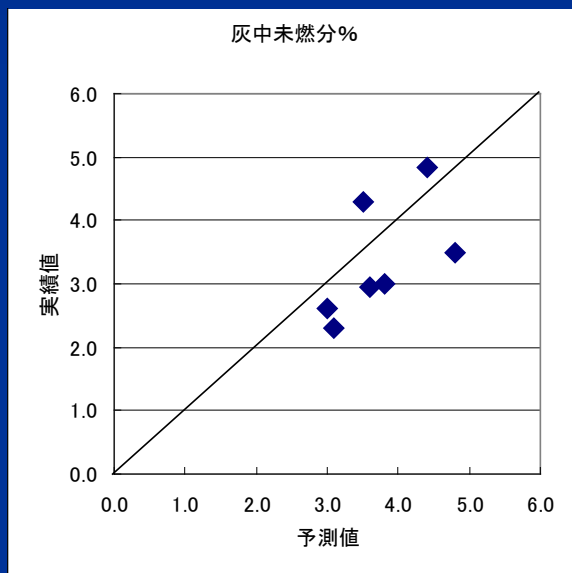
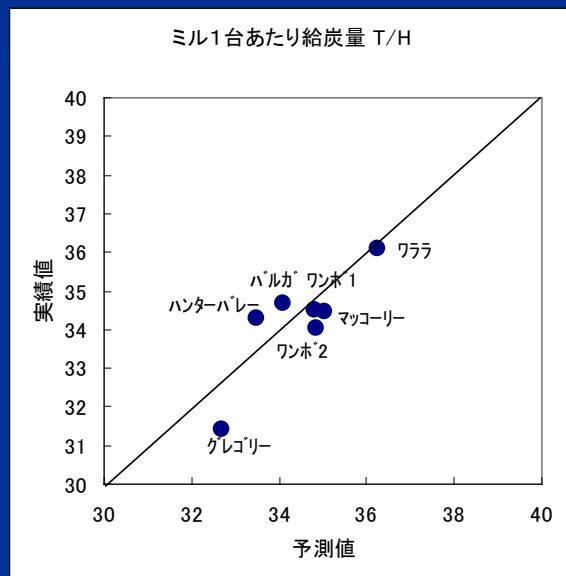
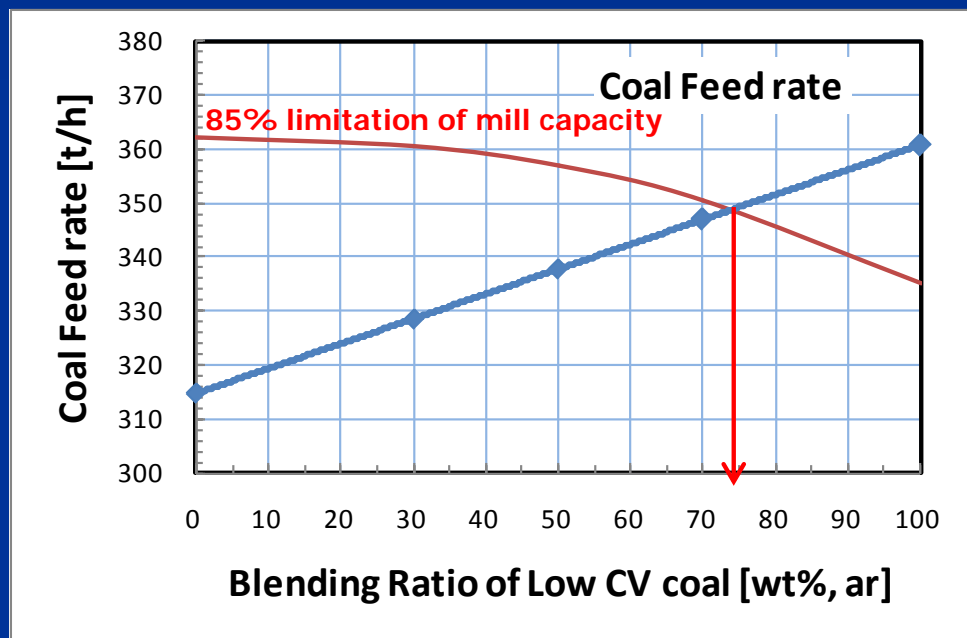


図 8炭種についての予測値と実績値の比較

実際の評価例（粉砕機について）

例) 粉砕機能力の面から、褐炭の適正な混炭率を推定

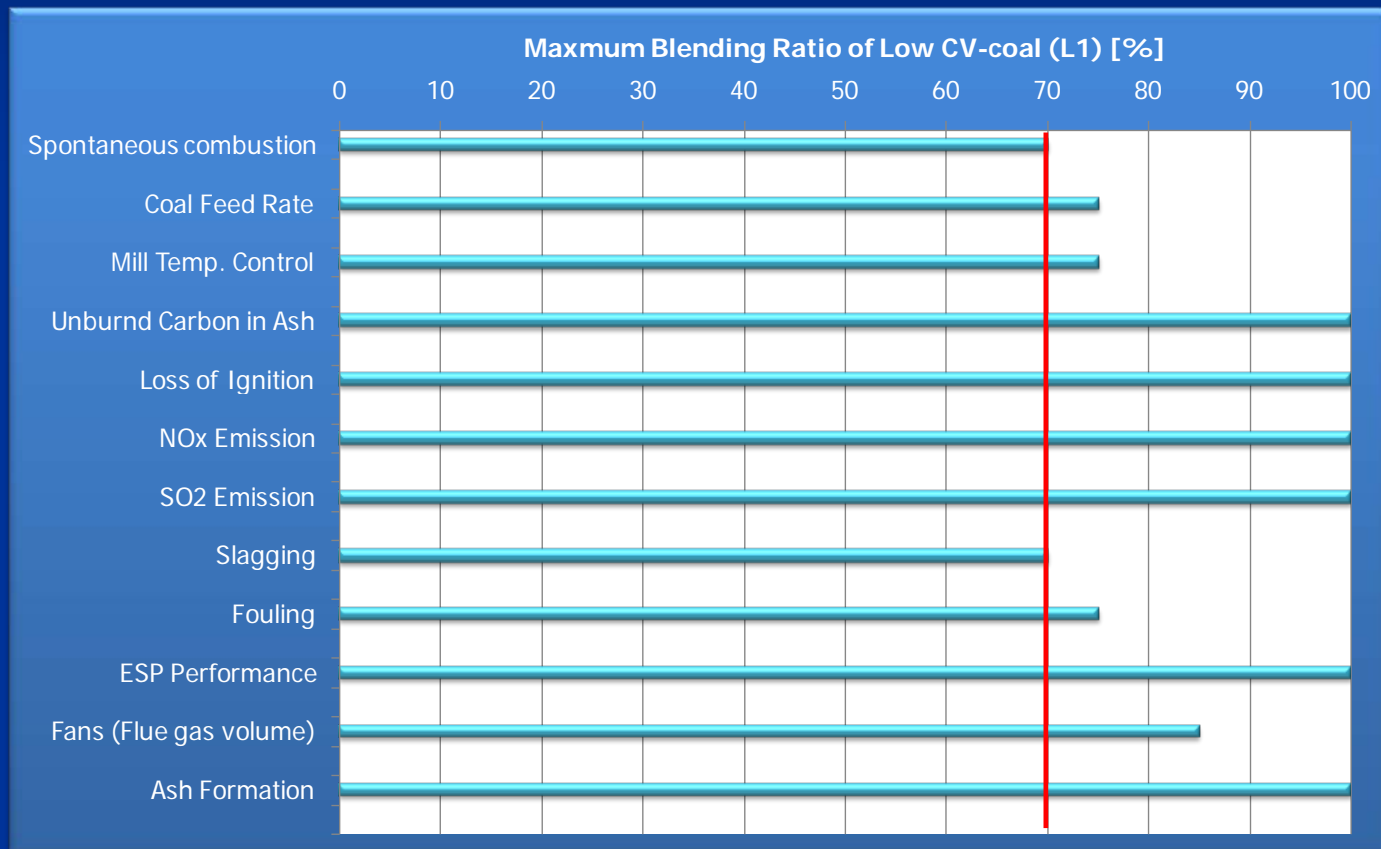
- ・褐炭の混炭率に対して、給炭量をC-Quensで予測した（青線）。
- ・ミル容量（ミルが粉砕可能な石炭量限界の85%）を予測した（赤線）。



粉砕機能力の面では、褐炭の最大混炭率は、約75%であることが予測された。

総合評価例（褐炭の最大混炭率について）

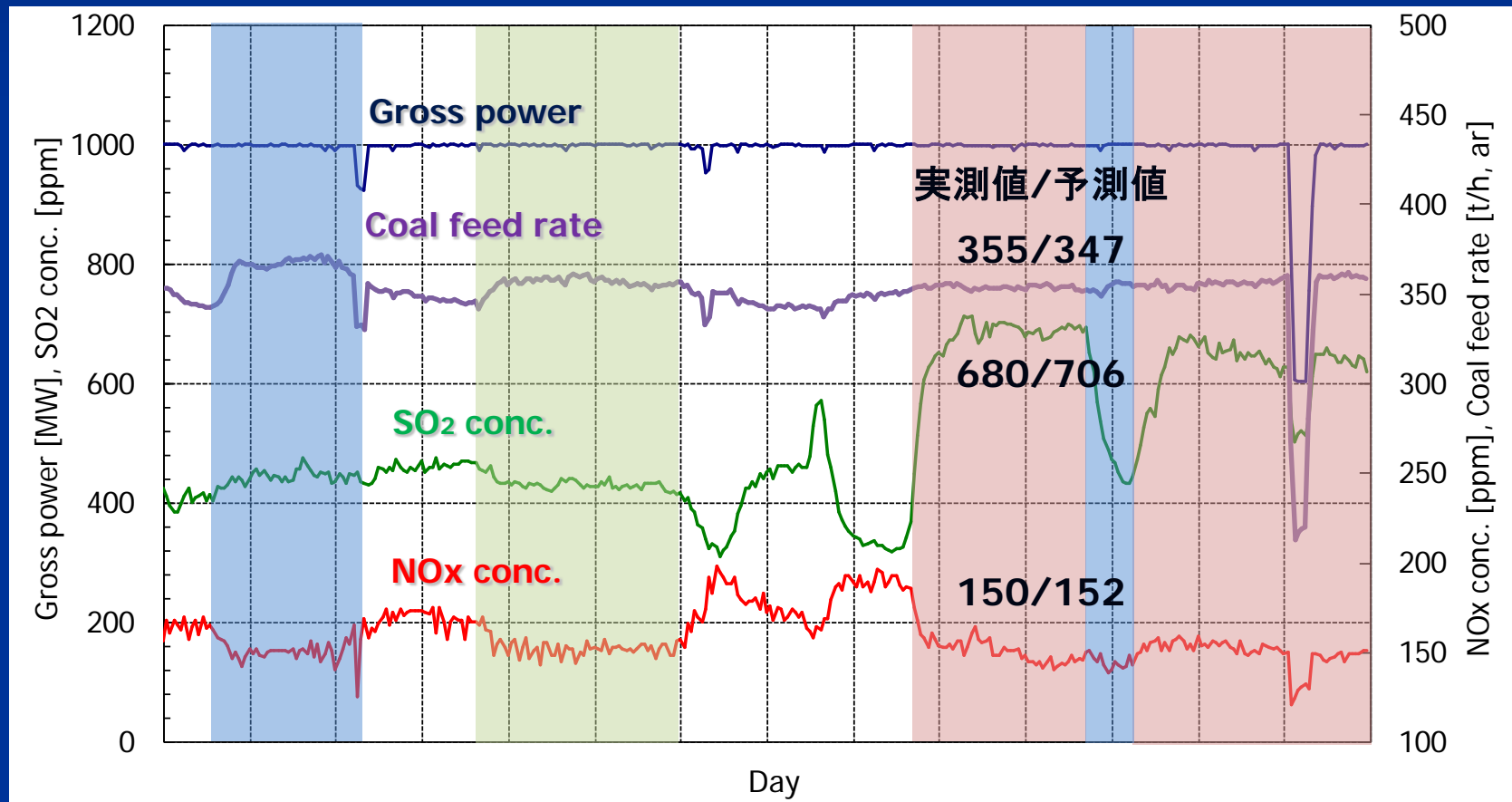
- ・自然発火性，給炭量，ミル温度管理，未燃分など，下図12評価項目から，褐炭の適正混炭率を総合評価した。



褐炭の最大混炭率は，70%であると推算された。

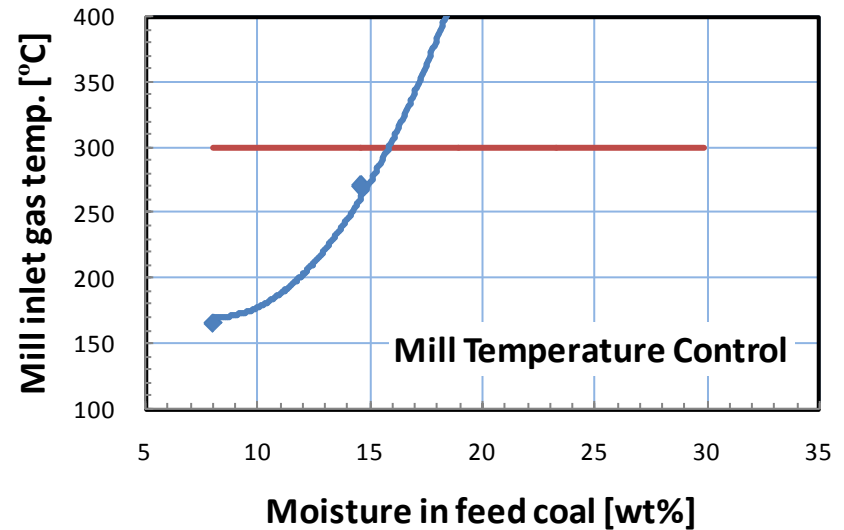
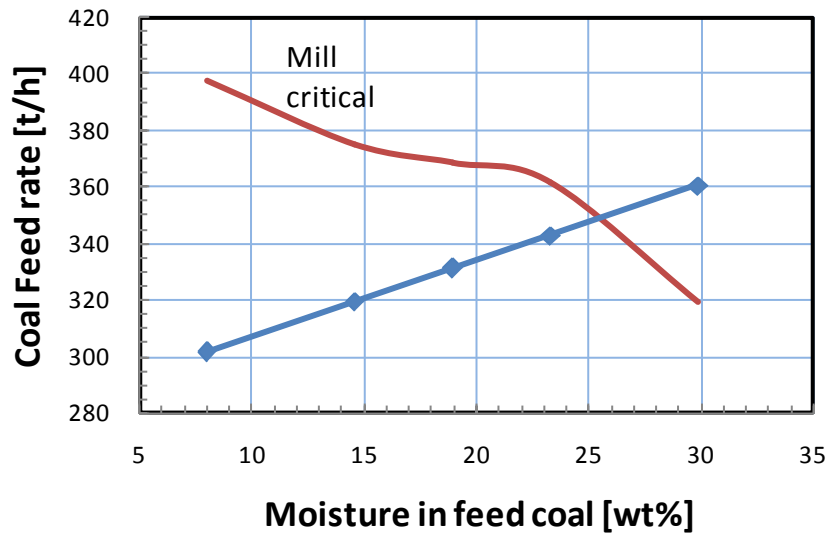
実プラントによる検証

- ・瀝青炭に褐炭70%を混炭し，1000MWeボイラで燃焼試験した。
- ・給炭量，SO_x，NO_xの実データを下図に示す（ピンク領域）。
- ・C-Quensの予測値と実測値の誤差は非常に少なかった。



褐炭の乾燥による性能変化推算例（給炭系）

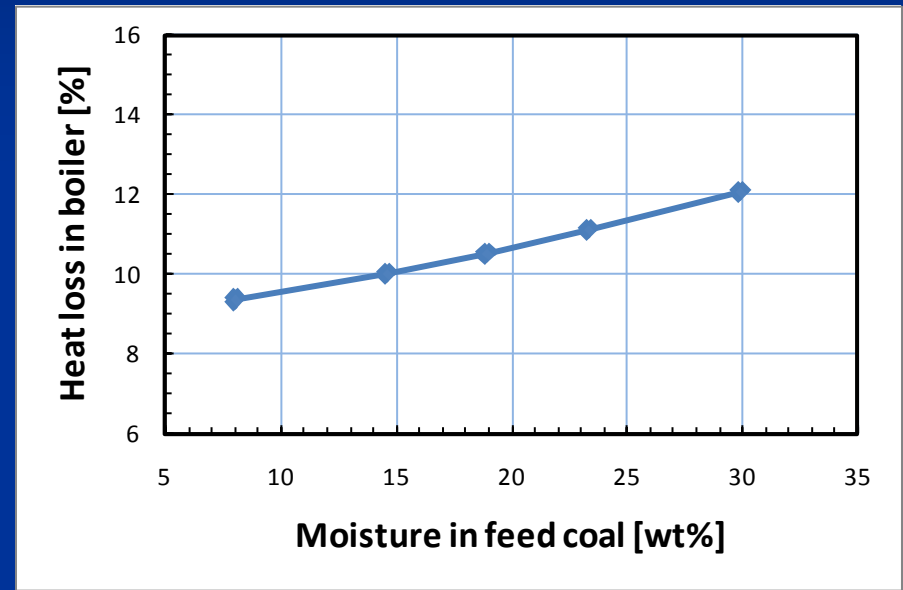
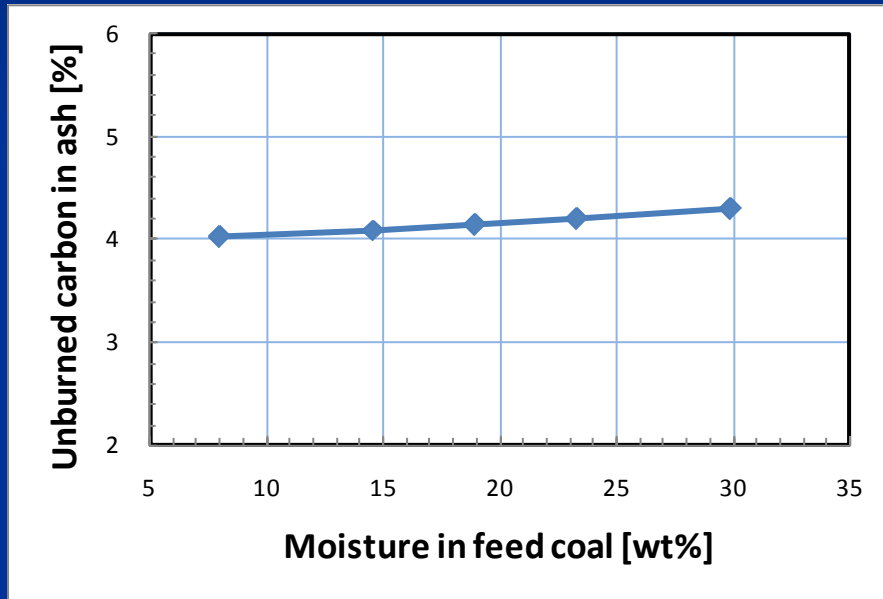
- ・1000 MWe 微粉炭火力発電プラントを仮定。
- ・インドネシア褐炭 全水分30%を使用する場合を仮定。
- ・石炭水分量に対する、給炭量とミル入口温度のシミュレーション結果（青線）を下図に示す。



- ・左図より、水分25%以上ではミル粉砕能力を超える。
 - ・右図より、水分15%以上ではミル温度制御が不可能となる。
- 乾燥することにより、褐炭が使用可能となる。

褐炭の乾燥による性能変化推算例(燃焼系)

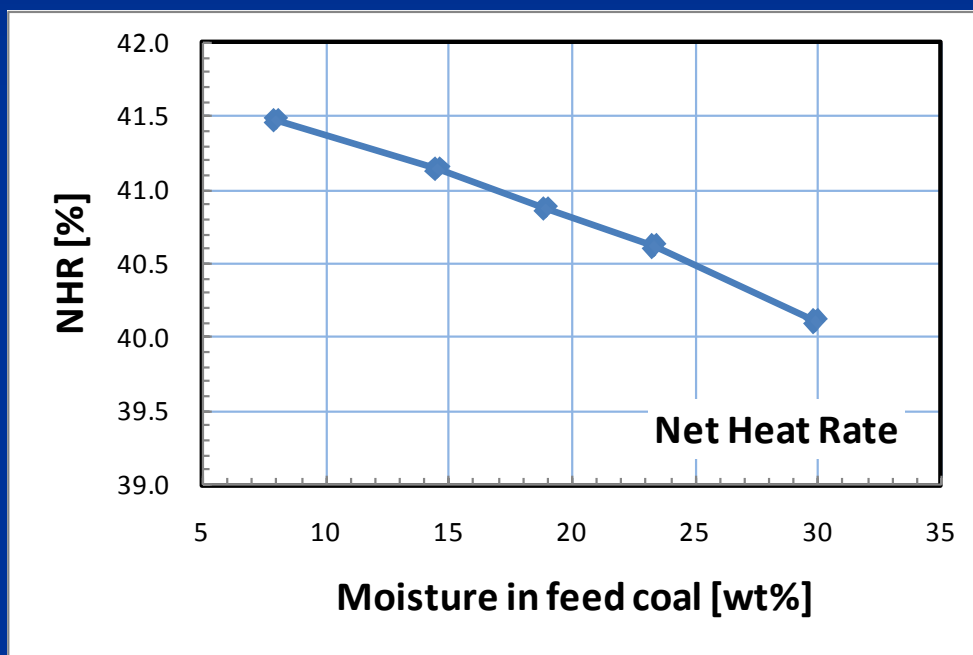
- 次に、石炭水分量に対する、灰中未燃分とボイラ内熱ロスとのシミュレーション結果(青線)を下図に示す。



褐炭を乾燥し、水分を低減することにより、灰中未燃分は減少し、またボイラ内熱ロスも大きく減少する。

褐炭の乾燥による性能変化推算例(熱効率)

- ・さらに、石炭水分量に対する、送電端発電効率(所内動力を差し引いた熱効率だが、ここでは乾燥機動力は未考慮)のシミュレーション結果(青線)を下図に示す。



褐炭を乾燥し、水分を低減することにより、送電端発電効率は、1.5%も向上する。

まとめ

- 石炭性状(工業分析, 元素分析など)から, 微粉炭火力発電プラントの性能を予測するシミュレーター「石炭性状総合評価システム」(C-Quens)を開発した。
- シミュレーションは, 石炭性状とプラント特性を相関するINDEXを基にしている。INDEXの妥当性, 精度は十分確認されており, 予測誤差は±10%程度である。
- C-Quensは多面的に活用できる。炭種の影響評価と混炭率推算を基盤に, 発電コストミニマム, 環境負荷ミニマム, トラブルミニマムの炭種運用が可能である。