

NEDO(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)
地熱技術開発株式会社
国立研究開発法人産業技術総合研究所
国立大学法人京都大学

「地熱発電プラントリスク評価システム(酸性熱水対応版)」各機能についての説明

2022 年 10 月 20 日のニュースリリース「地熱発電プラントリスク評価システムを開発 ―酸性熱水資源の活用を進め、地熱資源の利用促進に貢献―」にて発表いたしました「地熱発電プラントリスク評価システム(酸性熱水対応版)」(図1)の各機能についてご紹介いたします。



図1 「地熱発電プラントリスク評価システム(酸性熱水対応版)」 基本画面

(1) 金属材料腐食速度試算

本機能は、地表での熱水分析データ、例えば、熱水の温度、pH(この他に、データがあれば Cl^- 濃度、 CO_2 ・ H_2S 分圧等)を入力すると、各鋼種(金属材料)に対する1年間当たりの腐食量を試算することができます。腐食速度の予測には、後述の材料腐食速度データベースに基づいた鋼種の Cr 当量に基づく予測式(開発:産業技術総合研究所、図2参照)を用いるものと、主に本事業で取得した金属材料の腐食試験データを基に開発した実験式(開発:エヌケーケーシーMLS鋼管株式会社、図3参照)の2種類を使用することができます。前者は、Cr 当量に基づくため多様な鋼種に対する試算が可能であり、後者は対象鋼種が限定されるものの、実験データに基づいた予測式であることから、式の適用範囲内では、より実際に即した試算結果が得られると期待されます。

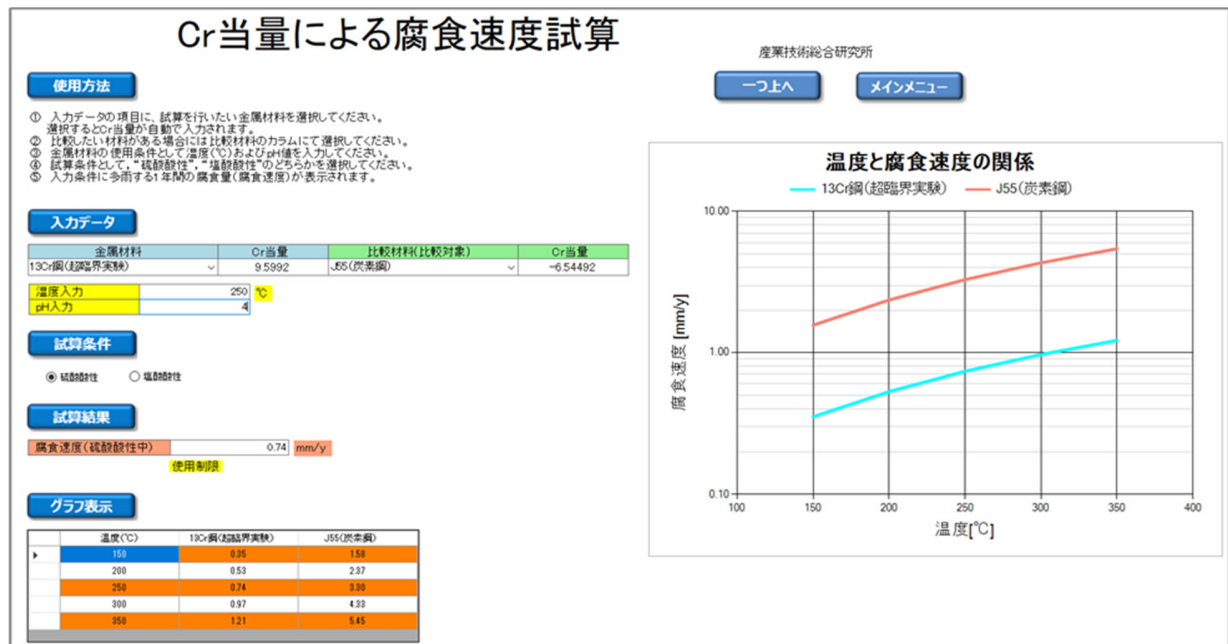


図2 Cr 当量による腐食速度試算 画面

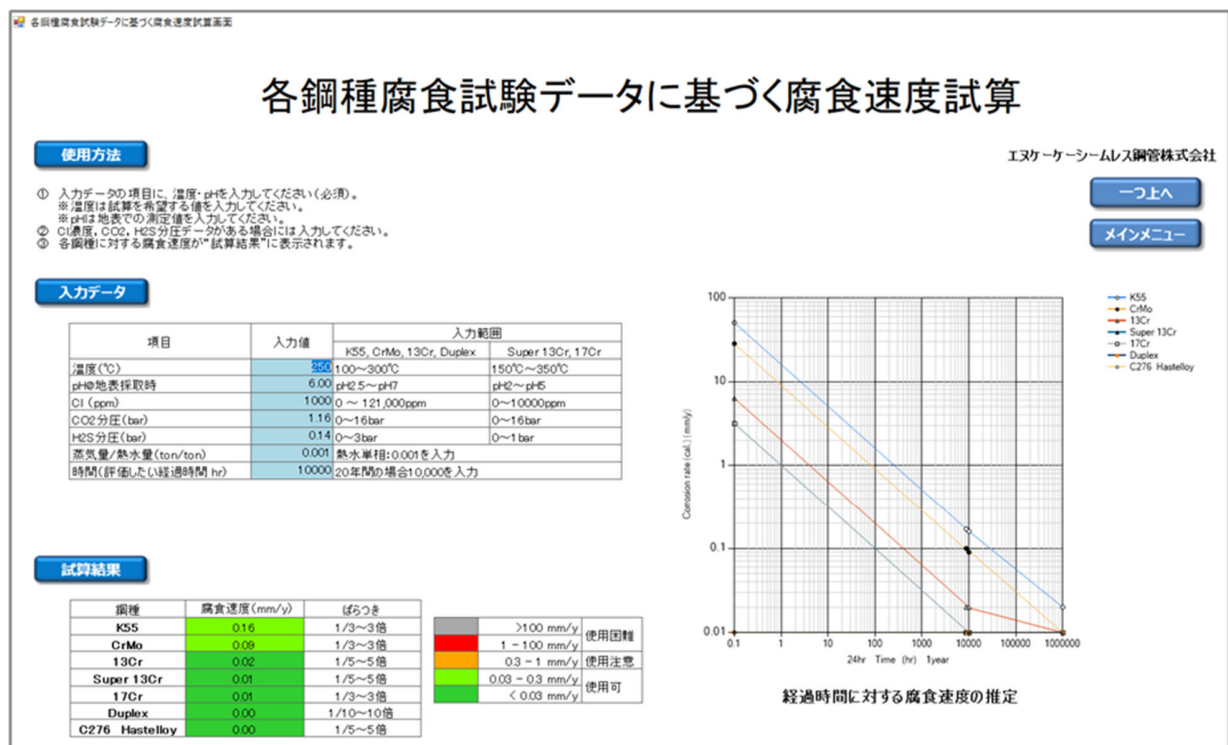


図3 各鋼種の腐食試験データに基づく腐食速度試算 画面

(2) 金属材料選定チャート

地表で実測された、あるいは予測される熱水の温度・pH から適用可能な金属材料をチャート上で簡易に表示します。本機能では、温度と pH に対する各材料の適用範囲を示した材料選定ダイヤグラム(図4参照)、ならびに pH、温度、 H_2S ・ CO_2 分圧から材料を選定する材料選定フローチャートを提供します(図5参照)。

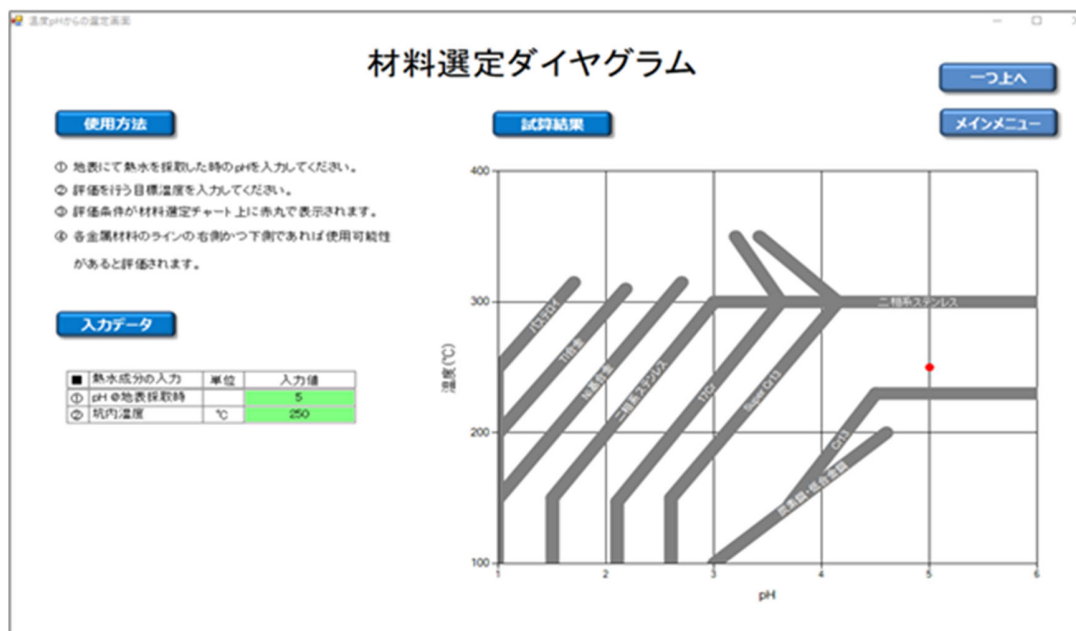


図4 材料選定ダイヤグラム 画面

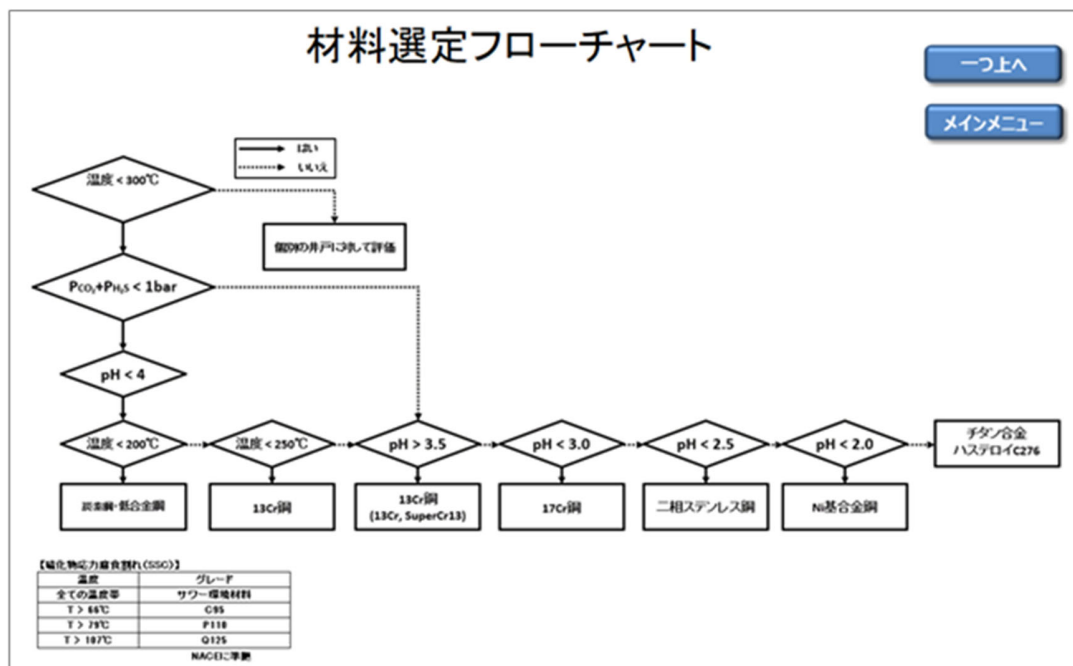


図5 材料選定フローチャート 画面

(3) 金属材料による経済性評価

本機能では、腐食速度予測式から推定した腐食速度により材料の減肉量からケーシングの耐用年数を試算します。ケーシングの耐用年数あるいは一定期間の想定生産量に対して、ケーシングに使用する鋼材の違い（坑井単価の違い）による 1kWh あたりの掘削コストを試算します（図6参照）。

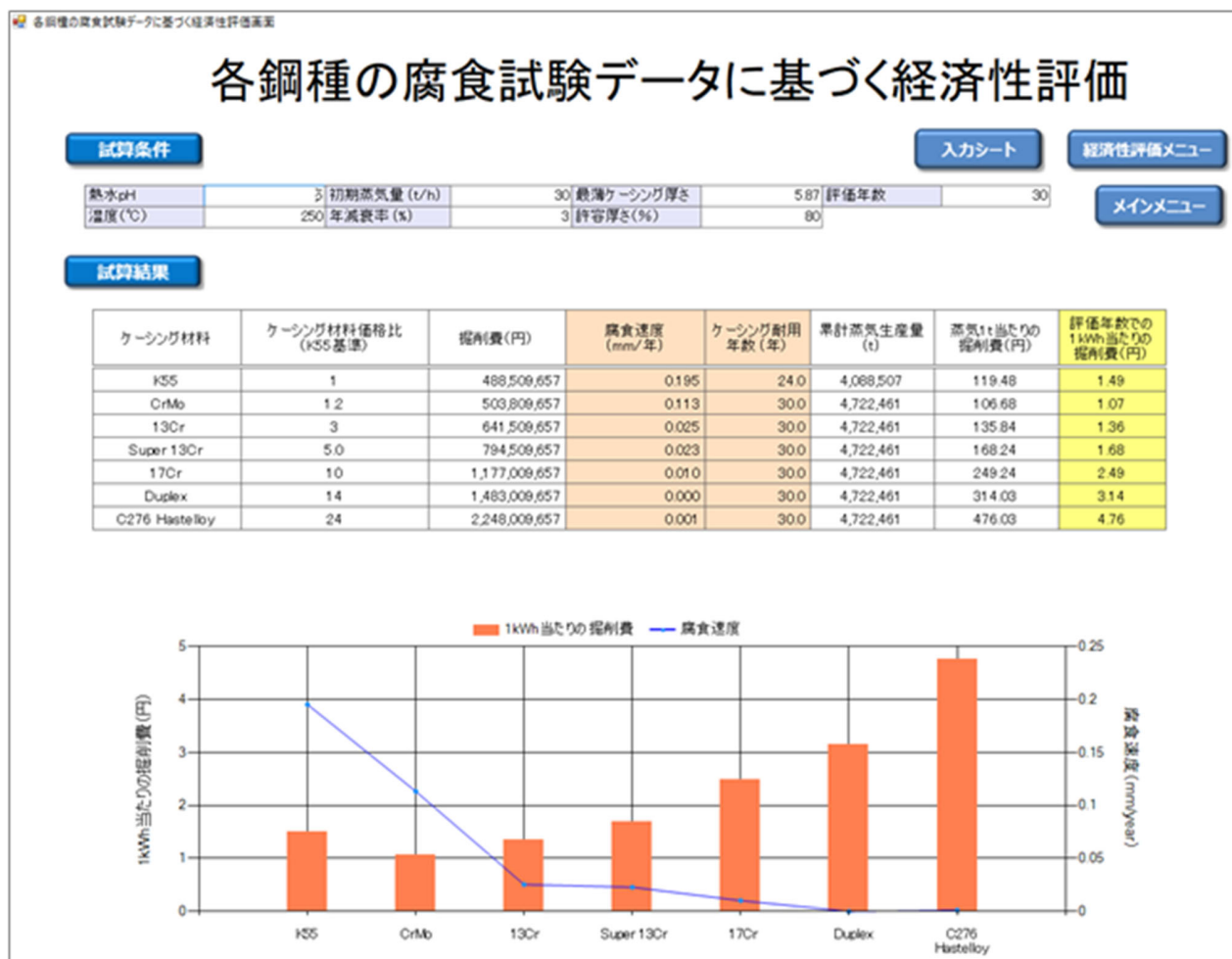


図6 経済性評価試算結果 画面

(4) 材料腐食速度データベース

工業技術院東北工業技術試験所（現在の国立研究開発法人産業技術総合研究所）で実施されたサンシャイン計画の成果報告書「地熱用材料の開発に関する研究、1986」※¹における腐食試験データ（公開データ）のデータベース化を行い、各鋼材における腐食速度の pH や温度の依存性をグラフ化します（図7参照）。検索条件として、温度、pH、Cl⁻濃度、CO₂ 分圧、H₂S 分圧が選択できます。また、腐食環境として酸性熱水、および酸性熱水に非凝縮性ガス（飽和 H₂S）を加えた条件、あるいは NaCl を加えた条件を選択することができます。

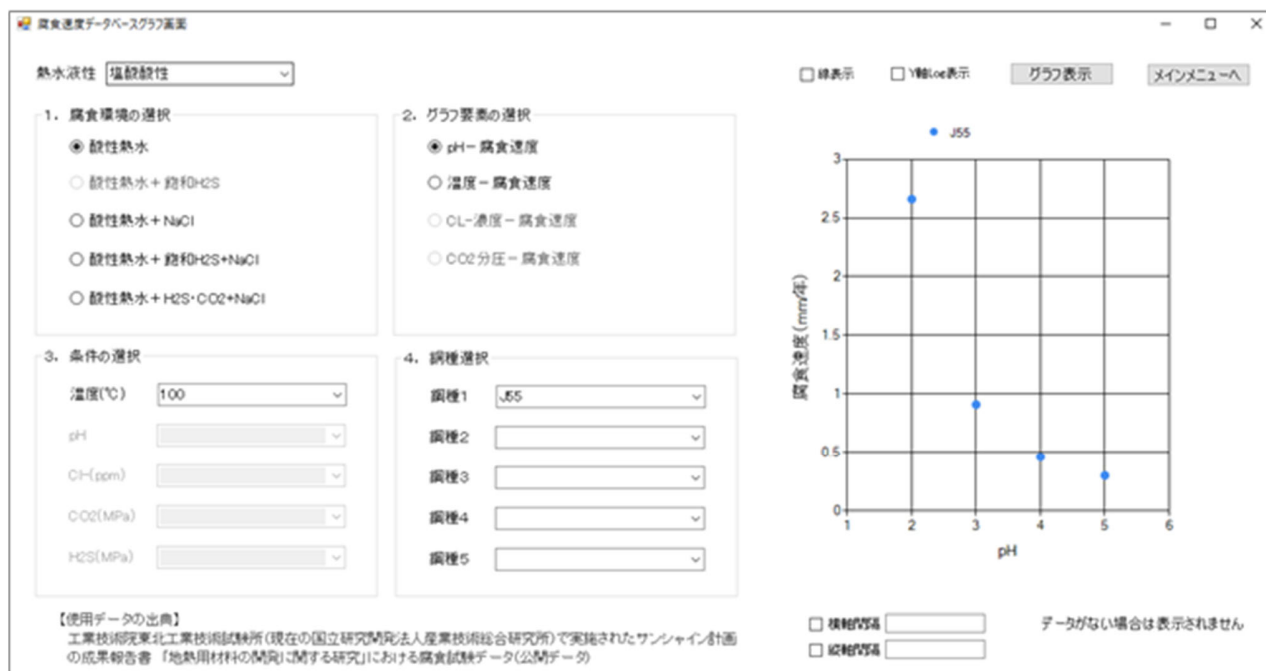


図7 材料腐食速度データベース 画面

(5) 腐食に係る文献データベース

本機能は、地熱における腐食に関する公開文献(国内・海外を含む約300文献 ※2020年度中頃までが対象)について、キーワードや著者名、腐食試験条件(温度、pH、金属の設定)等により検索し、書誌情報を表示するためのデータベースです(図8参照)。

条件入力画面

条件入力画面

● 選択による検索

データ種別

☐ 著者名
☒ キーワード
☐ 論文内容
☐ 腐食対象

データ選択

■ 著者名を選択してください

■ 日本語キーワードを選択してください

■ 英語キーワードを選択してください

■ 論文内容(デザイ)内容を選択してください

■ 腐食対象(デザイ)内容を選択してください

腐食試験条件

☒ 温度条件
☒ 主腐食材料

条件設定

■ 温度デザイ値範囲設定

150 ~ 300

■ デザイ値範囲設定

3 ~ 5

■ 対象主腐食材料選択

炭素鋼

ステンレス系

アルミ合金

銅合金

チタン合金

マグネシウム系

ステンレス系

アルミ合金

二種ステンレス

銅合金

ニッケル合金

チタン合金

コバルト合金

○ フリーワードによる検索

フリーワード

☐ AND
☐ OR

☐ AND
☐ OR

☐ AND
☐ OR

☐ NOTを指定
☐ (～を指定

検索結果表示画面

検索結果 19 件

検索条件

対象期間

※文献公表年

表示件数

表示順序

19

20

21

22

23

登録No.	著者名	文献名	公表年	会議名	巻	号	頁
66	Herrn Savadko, Yoshiaki Kurita, Hiroshi Harita, Hyer-soo Kim, Jan Bruch, Keith A. Lucht	IIA Deep Geothermal Resources Subtask C: Materials: Progress with a Database for Materials Performance in Deep and Acidic Geothermal Wells	2008	Proceeding of World Geothermal Congress 2008			2411~2416
68	Morten Thjell, Sheila Salter, Bente Cecilie Krogh, Maron Gestrin	Corrosion, Scaling and Material Selection in Deep Geothermal Wells - Application to EGS-2	2019	NACE CORROSION 2019	NACE-2019-1..		
70	Simona Rappaport, Ilea Geismuller, Harald Althaus & Michael Kuhn	Copper precipitation as consequence of steel corrosion in a flow-through experiment simulating a geothermal production well	2017	Geothermal Energy		5	11
71	Michal Kuczewski & Volker Witte	Review of failure modes in supercritical geothermal power plants	2018	Geothermal Energy		6	28
72	W. D. MacDonald, J. S. Grauman	Development of New Titanium Alloys for Use in Aggressive Geothermal Environments	2019	NACE CORROSION 2019	NACE-2019-1..		
85	Catalin Teodoru	Wells and When Geysers Cause Fail in Geothermal Wells: A Surprising Question	2015	Proceeding of World Geothermal Congress 2015			
87	Horvati Bator, B. T. H. Marbo	Interrelated Analysis of Optimizing Geosol Network Selection of Geothermal Well by Using a Model for Calculating Corrosion Rates	2015	Proceeding of World Geothermal Congress 2015			
89	James Nozawa, Sadiq J. Zarouk	Surface Analysis of Carbon Steel and Copper-Resistant Alloys Exposed to Acid-Older Chloride Type Geothermal Fluid	2015	Proceeding of 17th New Zealand Geothermal Workshop			
91	Gabriel Wittenberger, Marian Charko	Formation and protection against incrustation on the geothermal pipe technology of geothermal power plants	2015	Acta Montanistica Slovaca		28	1

図8 腐食に係る文献データベース 画面

【注釈】

※1 材料腐食速度データベース

「地熱利用材料の開発に関する研究」[工業技術院東北工業技術試験所(現在の国立研究開発法人産業技術総合研究所)、(1986)]を元にしたデータベースです。

以上