

低炭素社会の実現に向けた
技術および経済・社会の定量的シナリオに基づく
イノベーション政策立案のための提案書

技術開発編

「低炭素技術設計・評価プラットフォーム」
による分析手法の提案

—設計型機能への展開—

平成 31 年 2 月

Proposal of analytical method by Platform of Low Carbon Technologies for
Process Design and Evaluation of Manufacturing Cost and CO₂ Emissions:
Deployment to Design Type Tools

Strategy for Technology Development

Proposal Paper for Policy Making and Governmental Action
toward Low Carbon Societies

国立研究開発法人科学技術振興機構
低炭素社会戦略センター

LCS-FY2018-PP-10

概要

LCS では定量的技術システム研究に基づいて、様々な低炭素技術の定量的評価を行っている [1],[2]。その中において、「低炭素技術設計・評価プラットフォーム」(以下、「プラットフォーム」という。)は、定量的評価を支援する情報システム基盤である。これまで、プラットフォームは解析型ツールとして種々の低炭素技術の定量的評価に利用されてきた[3]-[6]。しかし、プロセス設計においては、出力条件を与えて、逆にそれを充足する入力条件を計算する設計型機能も必要である。設計型機能を使えば、最終利用時点の製品目標コストと許容 CO₂ 排出量を与えて、入口の生産規模を求めることもできる。一般には、このような多変数最適化問題を解くには、対象プロセスから数学的モデルを作り、Solver と呼ばれる専用のソフトウェアを使用する必要がある。しかし、対象プロセスを Solver が解釈できるモデル製作工程は、専用の言語を使用したプログラミングに多大な時間が必要となる。

これに対して今回追加した設計型機能は、既に作成した対象プロセスの数学モデルの利用ができる。さらに解析型機能と同じ Excel ベースのシステム構成にしたことにより、2つの機能がシームレスに繋がり、プログラミングが不要で操作性に優れ、線形問題、非線形問題いずれにも対応可能なツールとなった。

本報告では水素製造プラント、水素液化プラント、液化水素の輸送、貯蔵工程から構成されるプロセスを対象に、設計型機能を用いて、最終利用時点の製品水素目標コストと許容 CO₂ 排出量を与えて、入口の水素製造プラントの最適生産規模が求められることを検証した。

Summary

LCS has quantitatively evaluated various low carbon technologies [1], [2]. The "low-carbon technology design and evaluation platform" (hereinafter the platform) is the basis of our information system infrastructure. The platforms have been used for quantitative evaluation of various low-carbon technologies as analysis functions [3]-[6].

In process design, a design type function that can solve the multivariate optimization problem is also necessary. To solve the multivariate optimization problem, it is necessary to create a mathematical model from the target process and to use dedicated software called Solver. However, in the model creation process where Solver can interpret the target process, much time is required for programming using a dedicated language.

In consideration of this fact, the design-type function added this time is configured so that the mathematical model of the target process already created by the platform can be used. As a result of verifying this design type function, we found the following.

- 1) No need for programming and excellent operability
- 2) It can be solved with both linear problem and nonlinear problem.
- 3) Excel Solver can be used in the process design model.

目次

概要

1. 本報告の低炭素社会実現等における意義.....	1
2. 関連する技術・研究開発の動向.....	1
3. 関連する政策等の動向.....	1
4. 設計型機能の開発.....	1
4.1 目的.....	1
4.2 設計型機能の構成.....	2
4.3 設計型機能の機能検証.....	2
5. 結論.....	8
参考文献.....	9

1. 本報告の低炭素社会実現等における意義

低炭素技術の性能およびコストの将来を見通し、技術進展を図るための今後取り組むべき研究開発方向を提示するためには、低炭素技術を階層的に構造化した定量的な分析[7],[8]が必要である。プラットフォームの役割は、LCSにおけるこの定量的な分析のために要する時間とコストを削減すると共に、評価したプロセス・評価結果などの知識の共有のために、データベース化やライブラリー化などの仕組みを開発・提供[9]することである。定量的分析から、性能向上やコスト低減に関する問題点やヒントを発掘するには、評価の視点や基準を明確にするとともに、定量分析の確度を上げることが必要である。プラットフォームは評価対象プロセスの全ての入力/出力とパラメータを数学的モデルとして組み上げ定量的分析を実施するが、コストとCO₂排出量でプロセス全体の最適化を図った方が、より定量分析の確度は高くなる。設計型機能は、解析型機能と組み合わせて使用することにより、プロセス全体の最適化にも利用できる。

2. 関連する技術・研究開発の動向

プラットフォームはこれまで、低炭素技術の性能およびコストの将来を見通し、技術進展を図るための今後取り組むべき研究開発方向を提示するために、低炭素技術を階層的に構造化した定量的な分析のための解析型ツールとして展開してきた。この解析型ツールに関する技術・開発動向は既に提案書 ([7]-[10]) として公表されている。

3. 関連する政策等の動向

2016年3月に改定された経済産業省の水素・燃料電池戦略ロードマップによると、2030年頃までに海外の未利用エネルギー（副生水素、原油随伴ガス、褐炭等）から水素製造の開発・実証および有機ハイドライドや液化水素等の形での海外からの水素輸送・貯蔵の開発・実証を経て、2030年頃から海外の未利用エネルギーを一次エネルギー源とする水素を輸入エネルギー資源として本格的に利用開始することが記載されている[11]。本報告書ではこのロードマップに記載されている海外の未利用エネルギーを一次エネルギー源とする水素を輸入エネルギー資源として本格的に利用開始するプロセスを設計型機能の検証事例として取り上げる。

4. 設計型機能の開発

4.1 目的

プラットフォームで使用するプロセスシミュレータ（以下、「LCS-ModelingTool」という。）は、これまで低炭素技術を階層的に構造化した定量的な分析を行う解析型ツールとして利用されてきた。プロセス設計においては、出力条件を与えて、逆にそれを満足する入力を計算する設計型機能も必要である。LCS-ModelingToolに新機能を追加し、より多様な低炭素技術の評価に利用されることを目的とする。

4.2 設計型機能の構成

図1にLCS-ModelingTool全体の構成を示す。設計型機能はSolverが利用可能なSolver用Excel SheetおよびExcelにアドインされたSolverで構成される。追加の変換機能はこれまでの解析型機能で作成した解析結果（MB表、原価計算表等）を利用し、対象プロセスを1枚のExcel Sheet上に数学モデルとして展開する。ExcelにアドインされたSolverが多変数最適化計算を実行する。評価関数、変数、制約条件は対応するセルを指定する方式でSolverに渡される。Solverが計算した最適解は直ちにSolver用Excel Sheetに戻され、対象プロセスの数学モデルを更新する。設計型機能は、図1に示したように解析型機能によって作成した対象プロセスの数学モデルを利用していること、および解析型ツールと同じExcelベースのシステムにしたことで、2つの機能がシームレスに繋がっている。設計型機能は、このような構成にしたことでプログラミングが不要で操作性に優れ、線形問題、非線形問題いずれも対応可能である。

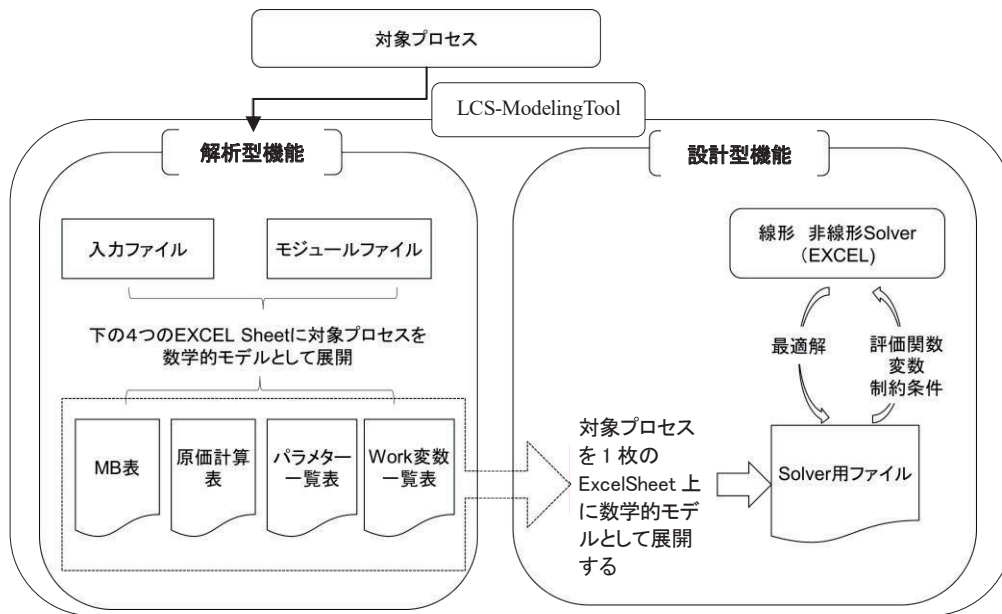
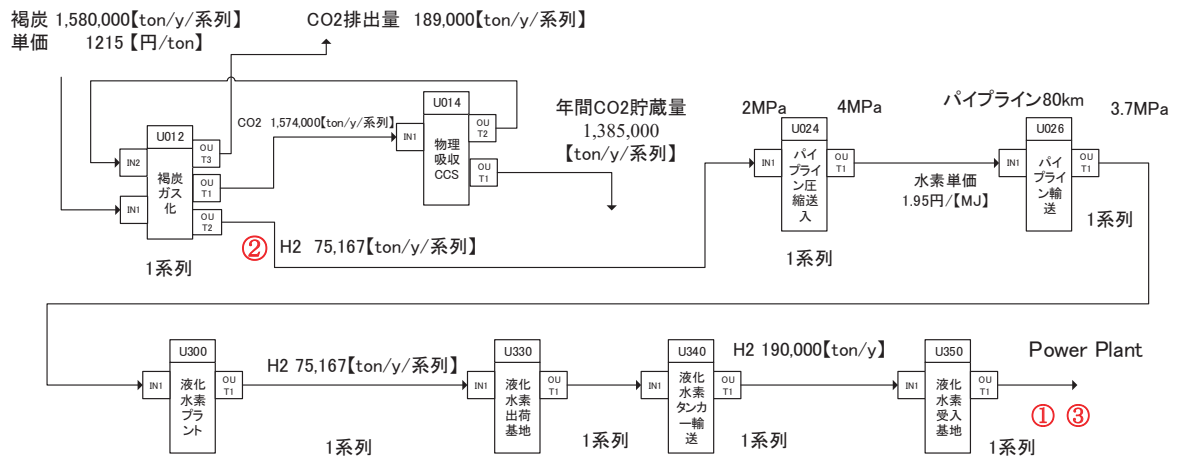


図1 設計型機能の構成

4.3 設計型機能の機能検証

水素製造プラント、水素液化プラント、液化水素の輸送、貯蔵工程から構成されるプロセスを対象に、設計型機能を用いて、最終利用時点の製品水素目標コストと許容CO₂排出量を与え、入力の水素製造プラントの生産規模が求められることを検証する。

海外の低品位炭から水素 200【ton/d】を製造、液化して日本に船舶輸入するプロジェクトを想定し、そのコストと環境負荷の解析例を示す。図2にプロジェクト全体のBFD（ブロックフローダイアグラム）を、表1に各プロセスの諸元を示す。



②水素生産量を与えて①と③を計算する ← 解析型機能 → ①コスト【円/MJ】
 ②水素生産量を計算する ← 設計型機能①③から②を計算 → ③CO2排出量【gCO2/MJ】

図2 ブロックフローダイアグラム

表1 各プロセス諸元

ユニットNo./プロセス名	概要	概略仕様	ユーティリティ	主な設備
U012/ 褐炭ガス化	褐炭を受入粉碎後ガス化装置で水素を製造。3系統	投入褐炭158万ton/y/系列 生産水素7万5千ton/y/系列		石炭受入設備、粉碎設備、給水設備、ガス化設備
U014/ CCS	水素製造時に発生したCO2を物理吸収法により捕集し、CO2圧縮して貯留。3系統	2段セレクトソール、COS水和水銀除去、硫黄回収。貯蔵CO2 139万ton/y/系列	現地電力を使用	CO2捕集設備、CO2圧縮機
U024/U026 パイプライン輸送	製造した水素をパイプラインで出荷基地に隣接した液化水素プラントへ輸送。	輸送距離80km、パイプSch20、呼び径16、送込圧4MPa、出口圧2MPa以上	現地電力を使用	圧縮機、パイプライン
U300/ 液化水素プラント	液化機で水素を液化。3系統	生産液化水素7万5千ton/y/系列 液化エネルギー 7kWh/H2-kg	現地電力を使用	
U330/ 液化水素出荷基地	液化水素を出荷まで貯蔵し、タンカーへ払い出す。	貯蔵タンク 150000m3 × 2基	現地電力を使用	液化水素貯蔵タンク、液化水素用ローダー、フィードポンプ
U340/ 液化水素タンカー輸送	液化水素を日本に海上輸送する。	液化水素容器130000m3 × 2隻 速度40km/h、輸送距離11000km	積荷の液化水素利用の発電	液化水素タンカー(モーター駆動)
U350/ 液化水素受入基地	液化水素を受け入れ貯蔵し、隣接する発電所へ払い出す。	貯蔵タンク 130000m3 × 2基	水素発電の電力使用	液化水素貯蔵タンク、液化水素用アンローダー、フィードポンプ

*電力単価 7.5円/kWh, CO2排出量原単位 111g-CO2/kWh

4.3.1 対象プロセスの数学的モデルの作成

対象プロセスの数学的モデルは解析型機能により作成される。表1のプロセス諸元から製作したPFD（プロセスフローダイアグラム）を基に計算した原価計算表、環境負荷、およびMB表を表2に示す。

表2 原価計算表、環境負荷計算結果、MB表

Unit		U012	U014	U024/U026	U300	U330	U340	U350	
Description	Unit	褐炭ガス化	CCS	パイプライン 輸送	液化水素 プラント	液化水素 出荷基地	液化水素 タンカー輸送	液化水素 受入基地	
変動費 (/MJ)	【円/MJ】	0.31	0.25	0.03	0.57	0.00	0.00	0.00	
固定費設備 (/MJ)	【円/MJ】	1.66	0.20	0.55	0.90	1.05	0.77	0.96	
固定費労務 (/MJ)	【円/MJ】	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.10	0.01	コスト合計
合計 (円/MJ)	【円/MJ】	2.01	0.46	0.60	1.48	1.06	0.87	0.97	7.45 【円/MJ】

CO2排出量(原料・用役起源)	【ton/y】	188,916	0	3,476	140,171	6	0	0	合計
CO2排出量(設備起源)	【ton/y】	23,823	25,509	3,643	7,537	8,726	10,630	7,362	
原料・用役起源	【g/MJ】	27.1	0.0	0.6	8.4	0.0	0.0	0.0	36.0 【g/MJ】
設備起源	【g/MJ】	4.3	3.7	0.6	0.4	1.3	1.5	1.1	8.8 【g/MJ】
合計 (g/MJ)	【g/MJ】	31.4	3.7	1.2	8.9	1.3	1.5	1.1	44.8 【g/MJ】
エネルギー効率	【ratio】			0.99		1.00	0.77	1.00	0.765 【ratio】

H2到達量(年間)	【ton/y】	75,167		75,167	75,167	75,167	57,537	57,521	水素到達量(年間)
電力相当分	【ton/y】			0	0	0		16	57,521 【ton/y】
燃料分	【ton/y】						17,630		到達エネルギー(年間)
ボイルオフ分*	【ton/y】					0	1,624	0	7.0 【PJ/y】

*ボイルオフレートは輸送時0.18【%/d】、貯蔵時0.0【%/d】とする。

表2より「U300/液化水素プラント」で製造した年間75,167【ton】の水素がその後の貯蔵、輸送プロセスで、ボイルオフ分とタンカーの燃料で消費され57,521【ton】が発電所に渡ることがわかる。ただし、「U340/液化水素タンカー輸送」におけるボイルオフ量1,624【ton】は燃料として使用されるため、燃料分の17,630【ton】に含まれるとして計算した。表2の原価計算表の【円/MJ】の値および環境負荷の【g/MJ】の値は年間の変動費や固定費およびCO₂排出量を最終到達エネルギー（年間）7.0【PJ】で割って求めた値である。また、年間の固定設備費に関しては表3に示した年経費率をベースに計算した。

表3 各プロセスの年経費率

Unit		U012	U014	U024/U026	U300	U330	U340	U350
Description	Unit	褐炭ガス化	CCS	パイプライン 輸送	液化水素 プラント	液化水素 出荷基地	液化水素 タンカー輸送	液化水素 受入基地
年経費率	【ratio】	0.15	0.15	0.10	0.15	0.15	0.12	0.15

表4にLCS-ModelingToolから出力される「U340/液化水素タンカー輸送」のパラメーター一覧表を示す。

表4 パラメーター一覧表

UNIT	モジュール	パラメータ名称	値	説明
U340	LHタンカー輸送	年間生産量TJ_y	6,962	【TJ/y】
U340	LHタンカー輸送	年間人件費	960	【M円】
U340	LHタンカー輸送	作業員数	48	【人】
U340	LHタンカー輸送	人件費年単価	10	【M円/y】
U340	LHタンカー輸送	製品発熱量_MJ_kg	121	【MJ/kg】
U340	LHタンカー輸送	稼働率	0.9	
U340	LHタンカー輸送	設備費	44,767	【M円】
U340	LHタンカー輸送	総建設費	44,767	【M円】
U340	LHタンカー輸送	年経費率	0.12	
U340	LHタンカー輸送	設備耐用年数	10	【y】
U340	LHタンカー輸送	航海距離	11,000	【km】
U340	LHタンカー輸送	航海速度	40	【km/h】
U340	LHタンカー輸送	航海日数	12	【d】
U340	LHタンカー輸送	荷積み日数	2	【d】
U340	LHタンカー輸送	荷降ろし日数	2	【d】
U340	LHタンカー輸送	往復総航海日数	28	【d】
U340	LHタンカー輸送	年間のべ航海数	26	
U340	LHタンカー輸送	電気モーター効率	0.8	
U340	LHタンカー輸送	ボイロフレート	0.18	【%/d】
U340	LHタンカー輸送	推進用電気モーター出力	17,522	【kW】
U340	LHタンカー輸送	電気モーターによる航海毎消費エネルギー	12,046,119	【kWh】
U340	LHタンカー輸送	航海毎の消費水素量	676	【ton】
U340	LHタンカー輸送	水素発電効率	0.53	

同様に、このプロジェクト全てのプロセスに対してパラメーター一覧表が存在し、解析型機能がこれらパラメータと全ての入出力を数学的モデルに組み上げ Excel の複数の Sheet 上に展開している。その結果、表4のパラメータの値を変化させた場合の表2の「コスト合計」の値が直ちに確認可能となった。

4.3.2 Solver 用 ExcelSheet の作成と Solver への入力

新たに追加した設計型機能は、表 2 の原価計算表、環境負荷計算結果、MB 表や表 4 のパラメータ一覧表を基に、対象プロセスの数学的モデルを Solver が利用可能な 1 枚の Excel Sheet に展開する。一般に Solver が解釈できるモデルを製作するには、専用の言語を使用したプログラミングが必要で多大な時間が必要となる。これに対して、既に作成した対象プロセスの数学モデルを利用することで大幅な時間短縮（1 週間程度）ができる。また、Solver の評価関数、変数および制約条件の入力は図 3 に示す Solver の入力画面に対応するセルを指定する。

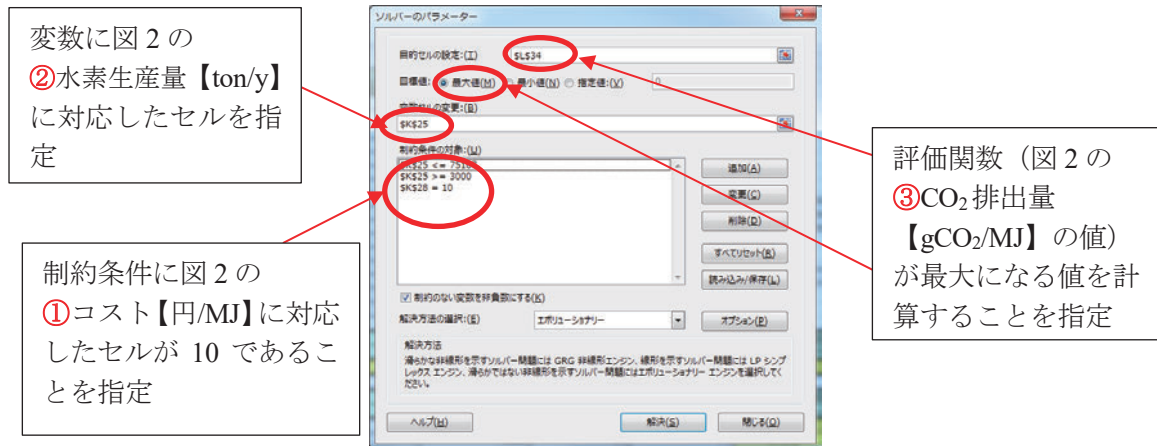


図 3 Solver に対する評価関数、変数、制約条件の入力画面

4.3.3 Solver による計算結果

「①コスト【円/MJ】」は「②水素生産量【ton/y】」と「③ CO₂ 排出量【gCO₂/MJ】」の関数として EQ.1 で与えられる。

$$\text{①コスト【円/MJ】} = f(\text{②水素生産量【ton/y】}, \text{③CO}_2 \text{ 排出量【gCO}_2\text{/MJ】}) \text{----- EQ.1}$$

EQ.1 のコストが目標値となる水素生産量と CO₂ 排出量の解を、制約条件として「CO₂ 排出量が最大」と「CO₂ 排出量が最小」なる条件を与えて Solver により計算した。

図 3 で与えた「①コスト【円/MJ】」と「②水素生産量【ton/y】」を「③ CO₂ 排出量【gCO₂/MJ】」の値) が最大になる値」を計算した結果を表 5 に示す。また、「③ CO₂ 排出量【gCO₂/MJ】」の値) が最小になる値」を計算した結果を表 6 に示す。図 4 に 2 つの結果をグラフに示す。

表 5 ③CO₂ 排出量【gCO₂/MJ】の値) が最大になる
①コスト【円/MJ】と②水素生産量【ton/y】の組み合わせ

①コスト 【MJ/円】	②水素生産量 【ton/y】	③CO ₂ 排出量 【gCO ₂ /MJ】
11.0	44,895	65.7
10.0	50,020	60.7
9.0	56,930	56.0
8.0	67,098	51.4
7.0	88,770	46.3

表6 ③CO₂排出量【gCO₂/MJ】の値が最小になる
①コスト【円/MJ】と②水素生産量【ton/y】の組み合わせ

①コスト 【MJ/円】	②水素生産量 【ton/y】	③CO ₂ 排出量 【gCO ₂ /MJ】
11.0	45,374	65.3
10.0	50,188	60.6
9.0	57,320	55.8
8.0	67,671	51.3
7.0	89,162	46.1

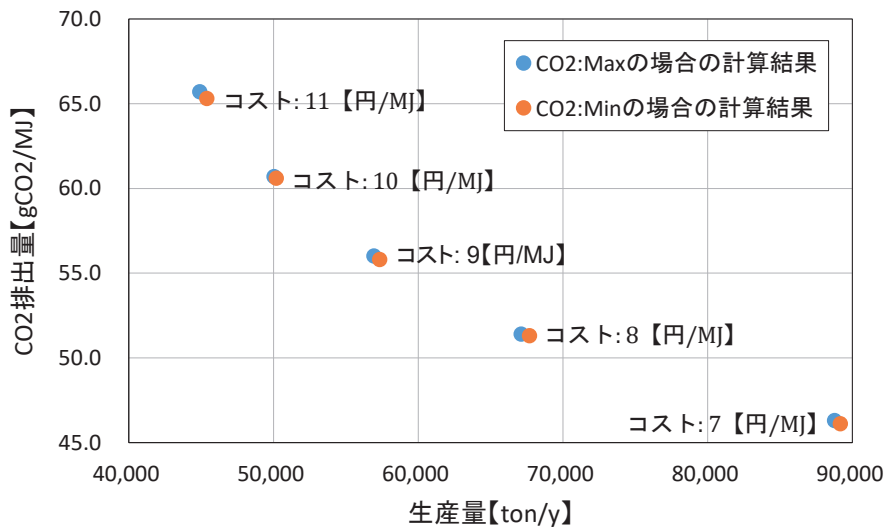


図4 目標製品コストを与えた時の生産量とCO₂排出量

図4に目標製品①コストを与えた場合の②水素生産量【ton/y】と③CO₂排出量【gCO₂/MJ】の値の組み合わせ解が示されている。この図から①コスト【円/MJ】が目標値となる③CO₂排出量【gCO₂/MJ】と②水素生産量【ton/y】の組み合わせ解が存在する範囲は限定されることがわかる。

Excel Solverは、他の高価なSolverに比べ変数、制約条件の数に制限があり、計算時間もかかる。しかし、設計機能検証の結果、本件のプロセス設計モデルにおいては、全く問題なく使用できることがわかった。今回1つの解の計算に要した時間は約30秒であった。変数や制約条件数の増加に伴い計算時間の増加や、ローカルミニマムにトラップされるケースの発生が予想される。今後の課題として、設計機能の適応範囲の調査が必要である。

4.3.4 数学モデルの更新

表5, 6の計算結果は計算終了後、設計型機能により Solver 用 Sheet に展開した数学モデルに反映され更新される (表7)。

表7 Solver の計算結果の更新

Solver の計算結果が直ちに
数学モデルに反映される

Unit		U012	U014	U024/U026	U300	U330	U340	U350	
Description	Unit	褐炭ガス化	CCS	パイプライン 輸送	液化水素 プラント	液化水素 出荷基地	液化水素 タンカー輸送	液化水素 受入基地	
変動費 (/MJ)	【円/MJ】	0.38	0.31	0.05	0.70	0.00	0.00	0.00	
固定費設備 (/MJ)	【円/MJ】	2.38	0.30	1.13	1.34	1.57	1.17	1.31	
固定費労務 (/MJ)	【円/MJ】	0.14	0.01	0.02	0.01	0.03	0.21	0.03	
合計 (円/MJ)	【円/MJ】	2.90	0.65	1.20	2.05	1.60	1.38	1.34	コスト合計 11.03 【円/MJ】
CO2排出量 (原料・用役起源)	【ton/y】	112,834	0	1,898	34,883	4	0	0	合計
CO2排出量 (設備起源)	【ton/y】	22,921	6,054	4,037	7,537	6,186	6,349	4,507	
原料・用役起源	【g/MJ】	33.7	0.0	.6	10.4	0.0	0.0	0.0	44.8 【g/MJ】
設備起源	【g/MJ】	6.8	1.8	1.1	2.2	1.8	1.9	1.3	21.0 【g/MJ】
合計 (g/MJ)	【g/MJ】	40.5	1.8	1.7	12.6	1.8	1.9	1.3	65.7 【g/MJ】
エネルギー効率	【ratio】			0.99		1.00	0.62	1.00	0.617 【ratio】
H2到達量 (年間)	【ton/y】	44,895		44,895	44,895	44,895	27,715	27,704	水素到達量 (年間)
電力相当分	【ton/y】			0	0	0		11	7,7024 【ton/y】
燃料分	【ton/y】						17,180		到達エネルギー (年間)
ボイルオフ分*	【ton/y】					0	970	0	3.4 【PJ/y】

*ボイルオフレートは輸送時 0.18 【%/d】、貯蔵時 0.0 【%/d】とする。

4.3.5 設計型機能と解析型機能のリンク

設計型機能と解析型機能は、「4.2 設計型機能の構成」で示したように2つの機能がシームレスに繋がっている。設計型機能は、解析型機能によって既に作成した対象プロセスの数学モデルをそのまま利用できる。逆に、解析型機能は設計型機能の計算結果を基に更新された数学モデルをそのまま使用することができる。この双方向のシームレス機能を利用すれば、対象プロセスの全体最適化が容易になる。

5. 結論

LCS-ModelingTool に従来の解析型機能に加え、設計型機能を付け加えた。機能検証の結果、次のことがわかった。

- (1) プログラミングが不要で操作性に優れている。
- (2) 線形問題、非線形問題いずれにも対応することができる。
- (3) Excel Solver は、本件のプロセス設計モデルにおいては、全く問題なく使用できることが検証できた。変数や制約条件数の増加に伴い計算時間の増加や、ローカルミニマムにトラップされるケースの発生が予想される。

今後の課題として、設計機能の適応可能範囲拡大が必要であり、それを続行する。

参考文献

- [1] 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書, 平成28年度総合編, “2050年の「明るく豊かな低炭素社会」実現のための課題と展望”, 科学技術振興機構低炭素社会戦略センター, 2016年12月.
- [2] 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書, 平成25年度総合編, “「明るく豊かな低炭素社会」の実現を目指して”, 科学技術振興機構低炭素社会戦略センター, 2014年6月.
- [3] 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書, 技術開発編, “蓄電池システム－要素技術の構造化に基づく定量的技術シナリオと科学・技術ロードマップ”, 科学技術振興機構低炭素社会戦略センター, 2014年3月.
- [4] 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書, 技術開発編, “バイオマス廃棄物のメタン発酵(着手段階)”, 科学技術振興機構低炭素社会戦略センター, 2014年3月.
- [5] 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書, 技術開発編, “地熱発電(Vol.1)－発電量拡大に向けた設計・評価－”, 科学技術振興機構低炭素社会戦略センター, 2015年3月.
- [6] 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書, 技術開発編, “地熱発電(Vol.2)－高温岩体発電の発電コスト試算－”, 科学技術振興機構低炭素社会戦略センター, 2016年3月.
- [7] 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書, 技術開発編, “「低炭素技術設計・評価プラットフォーム」の構築”, 科学技術振興機構低炭素社会戦略センター, 2014年3月.
- [8] 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書, 技術開発編, “「低炭素技術設計・評価プラットフォーム」の構築(Vol.2)”, 科学技術振興機構低炭素社会戦略センター, 2015年3月.
- [9] 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書, 技術開発編, “「低炭素技術設計・評価プラットフォーム」の構築(Vol.3)”, 科学技術振興機構低炭素社会戦略センター, 2017年3月.
- [10] 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書, 技術開発編, “「低炭素技術設計・評価プラットフォーム」の構築(Vol.4)”, 科学技術振興機構低炭素社会戦略センター, 2018年1月.
- [11] 経済産業省ニュースリリース, 「水素・燃料電池戦略ロードマップ概要『改訂版』」, 経済産業省, 2016年3月.

低炭素社会の実現に向けた
技術および経済・社会の定量的シナリオに基づく
イノベーション政策立案のための提案書

技術開発編

「低炭素技術設計・評価プラットフォーム」
による分析手法の提案
—設計型機能への展開—

平成 31 年 2 月

**Proposal of analytical method by Platform of Low Carbon Technologies for
Process Design and Evaluation of Manufacturing Cost and CO₂ Emissions:**

Deployment to Design Type Tools

Strategy for Technology Development,
Proposal Paper for Policy Making and Governmental Action
toward Low Carbon Societies,
Center for Low Carbon Society Strategy,
Japan Science and Technology Agency,
2019.2

国立研究開発法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター

本提案書に関するお問い合わせ先

- 提案内容について・・・低炭素社会戦略センター 研究員 酒井 正彦 (Masahiko SAKAI)
上席研究員 西川 浩 (Hiroshi NISHIKAWA)
- 低炭素社会戦略センターの取り組みについて・・・低炭素社会戦略センター 企画運営室

〒102-8666 東京都千代田区四番町5-3 サイエンスプラザ4階
TEL : 03-6272-9270 FAX : 03-6272-9273 E-mail : lcs@jst.go.jp

<https://www.jst.go.jp/lcs/>

© 2019 JST/LCS

許可無く複写・複製することを禁じます。
引用を行う際は、必ず出典を記述願います。
