

LLM を用いた J-クレジット事業計画書の自動生成

Automatic Generation of J-Credit Project Plan Using Large Language Model

池 内 耀 仁 *・前 匠 鴻 *・松 橋 隆 治 *

Akihito Ikeuchi Masahiro Mae Ryuji Matsuhashi

Abstract

The J-Credit system plays a central role in Japan's national strategy for achieving carbon neutrality by 2050, but the application process requires technical documentation and numerical justification, creating a significant barrier for many organizations—especially small and medium-sized enterprises. This paper proposes an automatic generation framework for J-Credit project plans using Large Language Model (LLM) to reduce preparation time and improve accessibility. The plan is divided into sections. Parts requiring direct input of information are handled using templates, while computational processing are entrusted to data interpretation by LLM and numerical calculations by external programs. Elements with high flexibility, such as structural diagrams, are generated by LLM to achieve automation. The developed approach enables the conversion of textual project descriptions into system configuration diagrams, reflecting equipment information and before/after system changes. In simple and moderately complex examples, the generated diagrams preserved key process elements, suggesting that automation can support document creation with reduced manual effort. This indicates the potential for broader adoption of the J-Credit scheme through streamlined application preparation.

Key words: Large Language Models, Automatic Generation, J-Credit, Carbon Neutrality, Structural Diagram Generation

1. 序論

2020 年に日本政府は 2050 年カーボンニュートラルを達成するための「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」(以下、グリーン成長戦略)を策定した。このグリーン成長戦略ではエネルギー、運輸、産業など 14 分野を重点領域として技術革新と投資を促進し、温室効果ガス削減と経済成長の両立を目指している。こうした取り組みを実効的に進めるには、企業や家庭の行動変容を促す経済的な仕組みが不可欠であり、その中核の一つとして位置づけられるのがカーボンブライシングである。カーボンブライシングは、二酸化炭素排出に価格を付けることで市場原理を通じた低炭素化を後押しし、グリーン成長戦略を支える重要な政策手段とされている¹⁾。

J-クレジット制度は、日本における代表的なカーボンブライシング施策の一つであり、企業や自治体、個人が行う温室効果ガスの排出削減量や森林吸収量を「クレジット」として認証し、取引可能とする仕組みである。具体的には、省エネルギー機器の導入、再生可能エネルギーの活用、森林経営による吸収源対策など、幅広い活動が対象となる。これらの取り組みによって生じた削減・吸収効果は、国の認証委員会による審査を経てクレジット化され、排出量削減の証明や企業のカーボンオフセット、さらにはサプライチェーン全体の脱炭素化に活用される。

J-クレジットの申請にあたっては、事業計画書の提出が必須であり、制度運営主体が定める標準様式に基づいて作成する必要がある。その構成は大きく「基本情報の記載」と「削減効果の算定・根拠の提示」に分けられ、入力の仕方も表や図による整理が求められる部分と、文章や数値を入力すればよい部分に大別できる。以下に、事業計画書の一例を参考しながら、典型的に求められる主な記載項目を記す²⁾。

(1) 基本情報を入力する部分

プロジェクト名称、申請者情報（名称・所在地・連絡先など）、実施期間、活動場所、対象となる設備や活動の概要、プロジェクトの目的や背景、期待される効果などは、定められた入力欄に文章などを記載する形で求められる。

(2) 表形式で記述する部分

ベースラインと対策後の排出量を比較した各年度の二酸化炭素削減見込み量、さらには初期投資額や維持費、収支予測などの事業コストや資金計画は、表形式で整理して記述することが求められる。

(3) 図が必要な部分

プロジェクト実施前後のシステム構成は、視覚的に理解しやすいように図やフローチャートを用いて示すことが求められる。図 1 はプロジェクト実施前のシステム構成図の一例であり、このような構造図の記述が求められる。

一方で、J-クレジットの創出拡大を進めるにあたっては、制度上の課題が残されている。第一に、クレジット認証に至るまでには、計画書作成や妥当性確認を含む複数の技術

* 東京大学電子情報工学科
〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1
E-mail : ikeuchi@enesys.t.u-tokyo.ac.jp

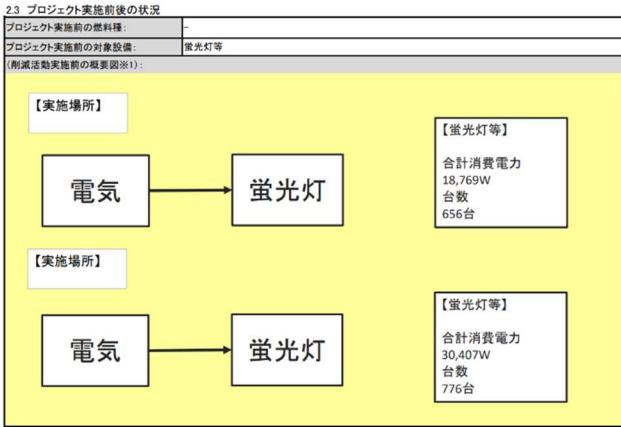


図 1 J-クレジットの事業計画書内のプロジェクト実施前のシステム構成図の一例²⁾

的かつ複雑な資料の提出が求められており、申請プロセスは煩雑で相応の時間と労力を要する。第二に、こうした制度運用に伴う事務的・技術的負担は、特に中小規模の事業者や自治体にとって参入障壁となり、制度の裾野拡大を制約している。

近年、LLM を用いた自動生成に関する研究は多方面に広がっており、外部知識を参照する RAG、生成制御を可能にする CTG、スキーマ制約付き生成など多様な技術が提案されている³⁾⁴⁾⁵⁾。これらは直接本論文で利用した手法ではないが、制度文書のような正確性・構造性が求められる文書生成に対し、本論文が位置付けられる技術的背景として重要である。また、ESG・規制文書生成の応用例は、J-クレジット計画書に類似した条件を持つため、本研究の方向性が妥当であるといえる⁶⁾⁷⁾。

本論文の目的は、大規模言語モデル（以下、LLM）を活用して J-クレジット事業計画書の自動生成を実現することである。J-クレジット制度においては、計画書作成に相当な時間と労力が必要とされ、特に中小規模の事業者や自治体にとって参入の大きな障壁となっている。LLM を用いた計画書の自動生成を導入することで、申請にかかる作業効率の大幅な向上と負担軽減が期待される。さらに、文書作成の標準化や記載内容の一貫性の確保にも寄与し、制度の信頼性向上および利用者拡大を促進することが可能となる。

2. 提案手法

2.1 システム概要

システム構成の概要図を図 2 に示す。システムは、入力モジュール、生成モジュール、出力モジュールの三つの要素から構成される。まず入力モジュールにおいて、申請者はプロジェクト概要、対象地域、事業内容、想定される二酸化炭素削減量などの基本情報を入力する。これらの情報は、計画書作成に必須な要素として整理され、生成モジュールに引き渡される。生成モジュールでは、大規模言語モ

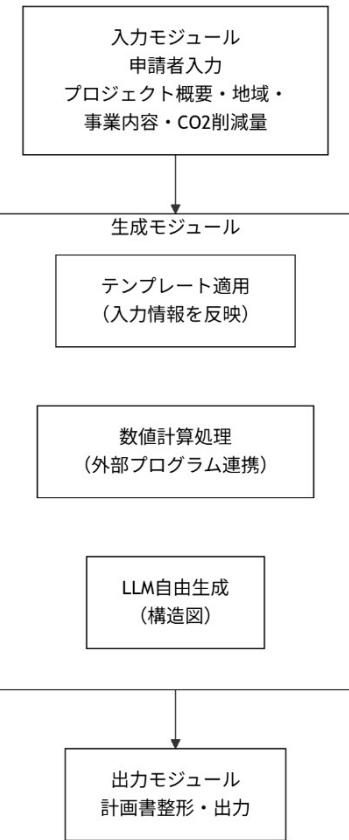


図 2 システム構成図

デルを用いて、入力情報に基づく事業計画書本文が生成される。モデルには事前学習済みの LLM を利用し、J-クレジットの事業計画書特有の表現や構造を学習させるために、既存の計画書データを用いたファインチューニングを実施する。さらに、入力情報を効果的に反映させるために、プロンプト設計を工夫し、各項目を文書構造に対応させる仕組みを導入する。最後に出力モジュールでは、生成された文書を所定のフォーマットに整形し、エクセル形式など申請に利用可能な形式で出力する。

本論文では、J-クレジット事業計画書の自動生成を目的として、大規模言語モデルを中心とした文書生成システムを提案する。本手法の特徴は、計画書をセクションごとに分割し、それぞれの性質に応じて最適な生成方法を適用する点にある。具体的には、入力情報をそのまま反映すればよい部分にはテンプレートを用い、計算処理を伴う部分について元データを LLM で解釈した上で外部プログラムによる数値計算を行い、その結果を計画書に組み込む。そして、自由度の高い文章表現や構造図など、申請書の説得力を左右する要素については LLM に生成を担わせる。これにより、申請書全体の効率的かつ高品質な自動生成を実現する。

2.2 データ収集と前処理

データの収集と前処理については、既存の J-クレジット事業計画書や関連する公開資料を基盤とし、これらを学習

データセットとして整備する⁸⁾。資料から抽出したテキストは、章や節ごとに分割し、入力条件と出力文の対応を整理する。加えて、表記揺れや不要な記号を取り除き、モデルが学習しやすい形式に正規化する。特に表や図を含むデータについては、自然言語から構造化テキストに変換する形で整理し、Mermaidなどのツールを用いて図を再構成できるようにする。このようにして、モデルが計画書特有の表現や構造を獲得できる基盤を整える。

2.3 モデル設計

モデル設計においては、自然言語処理に優れた大規模言語モデルを基盤とし、J-クレジットの計画書に特化した微調整を行う。具体的には、文章生成に関しては教師ありファインチューニングを行い、スタイルや語彙の一貫性を確保する。また、構造図の生成には Instruction tuning と Low-Rank-Adaptation (LoRA) を組み合わせることで、自然言語入力から構造化表現への変換を高精度に実現する。さらに、表の生成に関しては、LLM に必要な数値を抽出させ、計算は Python 等の外部モジュールで処理する設計とする。こうしたハイブリッド型のアプローチにより、計算の信頼性を確保しつつ、表や図を含む計画書全体を自動生成する枠組みを構築する。

3. 結果と考察

3.1 学習対象

本論文で行った J-クレジット事業計画書の自動生成はすべて方法論が省エネであるものを対象に学習を行った。そのため、以下の結果で扱う例も方法論がすべて実際に存在する J-クレジットの省エネの計画書である。

3.2 構造図の生成結果

以下では、構造図が単純な例と複雑な例に関して、ファインチューニング済みの LLM の入力と得られた出力を記している。

(1) 構造図が単純な例

以下の入力から図 3 のプロジェクト実施前後のシステム構成図が得られた。また、図 4 には例で用いた実際の J-クレジット事業計画書内のプロジェクト前後のシステム構成図を示している⁹⁾。

入力「このプロジェクトでは A 重油を熱源としたボイラーから、都市ガスを熱源としたボイラーへ更新することで CO₂ 削減を図る。実施前のシステムでは A 重油から A 重油焚きボイラー(1,570kW)を用いて暖房・給湯を行っている。実施後のシステムでは都市ガスから天然ガス焚きボイラー(1,570kW)を用いて暖房・給湯を行っている。」

(2) 構造図が複雑な例

以下の入力から図 5 のプロジェクト実施前後のシステム構成図が得られた。また、図 6 には例で用いた実際の J-



図 3 構造図が単純な例のプロジェクト前後のシステム構成図

(削減活動実施前の概要図※1):



※1詳細な設備情報は5.1に記載すること

(削減活動実施後の概要図 ※2):



図 4 構造図が単純な例の実際の J-クレジット事業計画書内のプロジェクト前後のシステム構成図⁹⁾

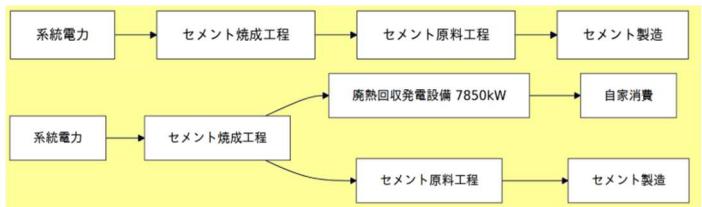


図 5 構造図が複雑な例のプロジェクト前後のシステム構成図

(削減活動実施前の概要図※1):



※1詳細な設備情報は5.1に記載すること

(削減活動実施後の概要図 ※2):

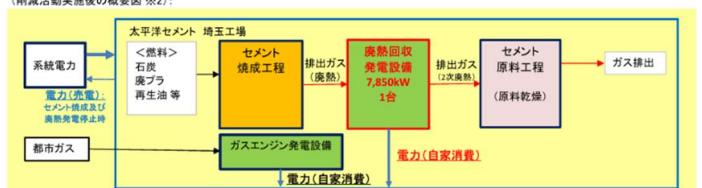


図 6 構造図が複雑な例の実際の J-クレジット事業計画書内のプロジェクト前後のシステム構成図¹⁰⁾

クレジット事業計画書内のプロジェクト前後のシステム構成図を示している¹⁰⁾。

入力「このプロジェクトでは、セメント製造工程における未利用廃熱を利用する発電設備を導入し、系統電力の使

用量削減及びCO₂排出量削減を図る。実施前のシステムは系統電力からセメント焼成工程とセメント原料工程を経てセメント製造を行っている。実施後のシステムでは系統電力からセメント焼成工程が行われ、焼成時に発生する廃熱から廃熱回収発電設備(7850kW)を用いて電力が自家消費される。」

3.3 考察

本論文では、J-クレジット事業計画書に記載されるシステム構成図の生成を目的に、LLMに省エネ事例を中心としたデータで学習させ、単純な例と複雑な例に対して自動生成を行った。

(1) 構造図が単純な例

図3のLLMにより生成させた構造図から入力文中で示された機器名称・燃料種別・容量値・前後関係といった要素がほぼ漏れなく反映されていることがわかる。また、実際の事業計画書に掲載されていた図4の構造図と比較しても大きな差異は見られず、文章記述の内容を適切に図式化できていることが確認された。

(2) 構造図が複雑な例

入力文章自体が実際の構成図よりも簡潔な表現で示しているため、LLMにより生成された図5の構造図も同様に簡素な形で表現される結果となった。図6の実際の計画書と比較すると、工程の詳細が簡略化されたが、廃熱を発電に利用し、その電力を自家消費へ回すという基本的なプロセスの流れは図中に再現されており、入力文の内容は概ね反映されていたといえる。

4. 結論

本論文は、J-クレジット事業計画書作成の効率化や申請者の負担軽減を目的として、LLMを用いて計画書の自動生成を実現することであった。計画書をセクションごとに生成する提案手法に基づき、構造図のLLMによる生成を行った。

構造図の自動生成を通じて、単純なシステムだけでなく、複雑なシステムであっても、自然言語で記述された情報が適度に整理されている場合には、LLMはその情報を図示する形へ変換できる可能性が示唆された。

今後は、構造図だけでなく、計算を伴う表を含めた計画書全体の自動生成の実現、そして生成した計画書の評価に取り組む予定である。

参考文献

- 1) 内閣官房、経済産業省、内閣府、金融庁、総務省、外務省、文部科学省、農林水産省、国土交通省、環境省：2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略(2021), https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/ggs/pdf/green_honbun.pdf (アクセス日 2025.11.28)
- 2) 東京センチュリー株式会社：J-クレジット制度プロジェクト計画書(2024), https://japancredit.go.jp/pdf/jcrd/00534_62_1.pdf (アクセス日 2025.11.28)
- 3) Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., Petroni, F., Karpukhin, V., Goyal, N., Kütterl, H., Lewis, M., Yih, W.-t., Rocktaschel, T., et al.: Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive nlp tasks, Advances in neural information processing systems, Vol. 33, pp. 9459–9474 (2020).
- 4) Liang, X., Wang, H., Wang, Y., Song, S., Yang, J., Niu, S., Hu, J., Liu, D., Yao, S., Xiong, F., et al.: Controllable text generation for large language models: A survey, arXiv preprint arXiv:2408.12599 (2024).
- 5) Geng, S., Nori, H., Horvitz, E., West, R., Ranchin, N., Berman, J., Jenkins, S., Moskal, M. and Cooper, H.: Generating Structured Outputs from Language Models: Benchmark and Studies, arXiv preprint arXiv:2501.10868 (2025).
- 6) Wu, Q., Xiang, X., Huang, H., Wang, X., Jie, Y. W., Satapathy, R., Veeravalli, B., et al.: SusGen-GPT: a data-centric LLM for financial NLP and sustainability report generation, arXiv preprint arXiv:2412.10906 (2024).
- 7) Lin, C.-H. and Cheng, P.-J.: Legal documents drafting with fine-tuned pre-trained large language model, arXiv preprint arXiv:2406.04202 (2024).
- 8) J-クレジット制度運営事務局：J-クレジット制度：登録プロジェクト一覧(2025), <https://japancredit.go.jp/project/index.php> (アクセス日 2025.11.28)
- 9) 株式会社丸新岩寺：J-クレジット制度プロジェクト計画書(2023), <https://japancredit.go.jp/pdf/jcrd/377-1.pdf> (アクセス日 2025.11.28)
- 10) 太平洋セメント株式会社：J-クレジット制度プロジェクト計画書(2023), https://japancredit.go.jp/pdf/jcrd/00431_1.pdf (アクセス日 2025.11.28)