

# 実装計画: アンモニア在庫レベル予測ダッシュボード

Branch: [feature/impl-001-ammonia\\_inventory\\_forecast](#) | Date: 2025-12-05 | Spec: [spec.md](#)  
Input: 機能仕様書 [/specs/001-ammonia\\_inventory\\_forecast/spec.md](#)

## 概要

Next.js 14とPython AI/パイプラインを統合したアンモニア在庫予測ダッシュボードの実装。GitHub Pages静的サイトとして公開し、毎日JST 07:00に自動でデータ更新・予測・デプロイを実行する。ローカル環境ではAIモデル学習・予測・CSVインポート/エクスポート機能を提供する。

## 技術コンテキスト

Language/Version: TypeScript 5.x (フロントエンド), Python 3.10.11 (AI)  
Primary Dependencies: Next.js 14, React 18, Chart.js 4.4.1, scikit-learn, pandas  
Storage: CSV形式 (backend/ai\_pipeline/data/)  
Testing: Playwright (E2E), pytest (Python)  
Target Platform: GitHub Pages (静的サイト), ローカル環境 (AI実行)  
Project Type: Web (フロントエンド + AI/バックエンド)  
Performance Goals: ページロード: 3秒以内 (95パーセンタイル)  
グラフ描画: 1秒以内  
AI学習: 30秒以内  
AI予測: 10秒以内  
GitHub Actions: 5分以内  
Constraints: GitHub Pages静的サイト制約, Python実行はローカルとGitHub Actionsのみ  
Scale/Scope: 1000データポイント, 30日予測, 37特徴量, 3モデルアンサンブル

## 憲法チェック

GATE: Phase 0研究前に合格必須。Phase 1設計後に再チェック。

### ✓ テスト駆動開発の徹底:

- E2Eテスト (Playwright) でユースケースを100%カバー
- Pythonユニットテスト (pytest) でAI予測ロジックを検証
- テストファースト: 実装前にテストコード作成

### ✓ セキュリティ要件の最優先:

- HTTPS通信 (GitHub Pages自動提供)
- 環境変数は `.env` で管理、`.gitignore` で除外
- ローカル環境以外でAI機能を無効化

### ✓ パフォーマンス閾値の定量化:

- ページロード: 3秒以内 (95パーセンタイル)
  - グラフ描画: 1秒以内
  - AI学習: 30秒以内
  - AI予測: 10秒以内
  - GitHub Actions: 5分以内
- ### ✓ データ整合性の確保:
- 単一正本: `backend/ai_pipeline/data/` 配下のCSVファイル
  - 前年同日自動補充ロジック (prepare\_data.py)
  - Git履歴で全変更を追跡

### ✓ 完全自動化と再現性:

- GitHub Actions毎日JST 07:00自動実行
- package.json/requirements.txtでバージョン固定
- ローカルとCI環境で同一ビルド手順

## プロジェクト構造

### ドキュメント (この機能)

```
specs/001-ammonia_inventory_forecast/
├── spec.md           # 機能仕様書 (完成)
├── requirements.md   # 要件チェックリスト (完成)
├── plan.md           # このファイル (実装計画)
└── tasks.md          # タスク詳細 (次のステップで作成)
```

### ソースコード (リポジトリルート)

```
ammonia_inventory_forecast/
├── .github/
│   └── workflows/
│       └── deploy-pages.yml    # GitHub Pages自動デプロイ
├── app/
│   ├── api/
│   │   ├── ml/
│   │   │   ├── train/route.ts  # AI学習API (localhost専用)
│   │   │   └── predict/route.ts # AI予測API (localhost専用)
│   │   └── data/
│   │       ├── import/route.ts  # CSVインポートAPI (localhost専用)
│   │       ├── export/route.ts  # CSVエクスポートAPI (localhost専用)
│   │       └── predictions/route.ts # predictions.csv取得API
│   ├── layout.tsx              # ルートレイアウト
│   ├── page.tsx                # メインダッシュボード
│   └── globals.css              # グローバルスタイル
├── backend/
│   └── ai_pipeline/
│       ├── src/
│       │   ├── prepare_data.py  # データ補充
│       │   ├── train.py         # AI学習
│       │   ├── predict.py       # AI予測
│       │   ├── preprocess.py    # データ前処理
│       │   ├── features.py      # 特徴量生成
│       │   └── run_full_system.py # 一括実行
│       └── data/
│           ├── training_data.csv # 学習データ正本
│           ├── predictions.csv   # 予測データ正本
│           └── models/           # 学習済みモデル
│               └── requirements.txt # Python依存関係
├── lib/
│   └── pythonRunner.ts          # Python実行ヘルパー
├── public/
│   └── data/
│       └── predictions.csv      # 静的サイト用コピー
├── tests/
│   └── e2e/
│       ├── dashboard.spec.ts   # ダッシュボードE2Eテスト
│       ├── chart-rendering.spec.ts # グラフ描画テスト
│       └── performance.spec.ts  # パフォーマンステスト
├── next.config.js              # Next.js設定
├── package.json                # Node.js依存関係
└── tsconfig.json               # TypeScript設定
```

構造決定: Webアプリケーション構造を選択 (フロントエンド + AI/バックエンド分離)。既存のディレクトリ構造を維持し、仕様ドキュメントをspecs/001-ammonia\_inventory\_forecast/に配置。

## データモデル設計

### CSVデータスキーマ

predictions.csv (予測データ正本):

```
date,actual_power,actual_ammonia,is_refill,predicted_ammonia,prediction_error,prediction_error_pct
2024-10-01 09:00:00,537297.1361,783.4997603,0,783.4997603,0.0,0.0
```

カラム名	型	必須	説明	範囲/制約
date	datetime	✓	日時 (YYYY-MM-DD HH:MM:SS)	-
actual_power	float	✓	実績発電量 (kW)	0+
actual_ammonia	float	✓	実績在庫レベル (m³)	0-1200
is_refill	int	✓	補充フラグ	0 or 1
predicted_ammonia	float	✓	予測在庫レベル (m³)	0-1200
prediction_error	float	✓	予測誤差 (m³)	-
prediction_error_pct	float	✓	予測誤差率 (%)	-

training\_data.csv (学習データ正本):

```
date,actual_power,actual_ammonia,is_refill
2024-10-01 09:00:00,537297.1361,783.4997603,0
```

カラム名	型	必須	説明	範囲/制約
date	datetime	✓	日時	-
actual_power	float	✓	実績発電量 (kW)	0+
actual_ammonia	float	✓	実績在庫レベル (m³)	0-1200
is_refill	int	✓	補充フラグ	0 or 1

### TypeScriptインターフェース

```
// app/types/index.ts
export interface DataRow {
  date: string
  actual_power: string
  actual_ammonia: string
  is_refill: string
  predicted_ammonia: string
  prediction_error: string
  prediction_error_pct: string
}

export interface ChartData {
  labels: string[]
  datasets: {
    label: string
    data: number[]
    borderColor: string
    backgroundColor?: string
    borderDash?: number[]
    yAxisID?: string
  }[]
}

export interface StatisticsData {
  baselineLevel: number
  r2Score: number
  avgError: number
  nextRefillDate: string | null
}
```

## APIエンドポイント設計

### GET /api/data/predictions

説明: predictions.csvを取得 (全環境で利用可能)

レスポンス:

```
{
  "success": true,
  "data": [
    {
      "date": "2024-10-01 09:00:00",
      "actual_power": "537297.1361",
      "actual_ammonia": "783.4997603",
      "is_refill": "0",
      "predicted_ammonia": "783.4997603",
      "prediction_error": "0.0",
      "prediction_error_pct": "0.0"
    }
  ]
}
```

### POST /api/ml/train (localhost専用)

説明: AIモデルを学習

リクエスト: なし

レスポンス:

```
{
  "success": true,
  "message": "モデル学習完了",
  "metrics": {
    "r2": 0.9998,
    "mae": 0.98
  }
}
```

### POST /api/ml/predict (localhost専用)

説明: 30日先まで予測

リクエスト: なし

レスポンス:

```
{
  "success": true,
  "message": "予測完了",
  "days": 30
}
```

### POST /api/data/import (localhost専用)

説明: training\_data.csvをインポート

リクエスト: FormData (file: training\_data.csv)

レスポンス:

```
{
  "success": true,
  "message": "インポート完了。データ補完を実行しました。"
}
```

### GET /api/data/export (localhost専用)

説明: training\_data.csvをダウンロード

レスポンス: CSV file download

## 複雑性追跡

本プロジェクトは憲法チェックに違反していません。

## 次のステップ

- `tasks.md` 作成: `/speckit.tasks` コマンドでタスク詳細を生成
- 実装開始: Phase 1セットアップから順次実装
- E2Eテスト: 各フェーズ完了後に検証
- デプロイ: GitHub Actions設定と本番リリース

Version: 1.0.0 | Created: 2025-12-05