

附属資料 A



Decarbonization initiatives for Sapporo's future

November 27, 2025
 Environmental Policy Section, Environment Bureau,
 City of Sapporo
 札幌市環境局環境政策課



SAPPORO

Sapporo's annual average temperature has been increasing at a rate of about 2.5°C per 100 years.

1990s
 Through global warming and the loss of biodiversity, environmental problems become apparent

2008
 With the aim of becoming a world-class environmental city, 'Green Capital, Sapporo' is declared.
2020
 The ambition to be a 'Zero carbon city' is declared.
2023
 On the occasion of the G7 summit, the Hokkaido/Sapporo Declaration is announced to pave the way for a decarbonized future through local energy production for local consumption, and contributions to economic revitalization.



History of Sapporo City and the Progression of Environmental Issues

1990s • Population surpasses 1.8 million

2000s • Population surpasses 1.9 million

2020s
 • 100-year anniversary of city establishment
 • G7 Ministers' Meeting on Climate, Energy and Environment is held in Sapporo

City renewal acceleration

History of Sapporo City and the Progression of Environmental Issues

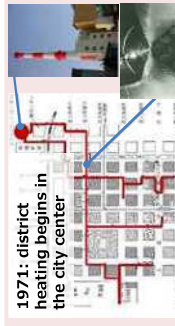
1922 • Sapporo established as a city

1950s • Population surpasses 500,000
 Development of city infrastructure accelerates

1970s
 • Population surpasses a million
 • Sapporo Olympics are held
 • Sapporo becomes an ordinance-designated city



City center in the late 1950s (Sapporo City Archives)



1971: district heating begins in the city center



1971: Nanboku Subway Line opens

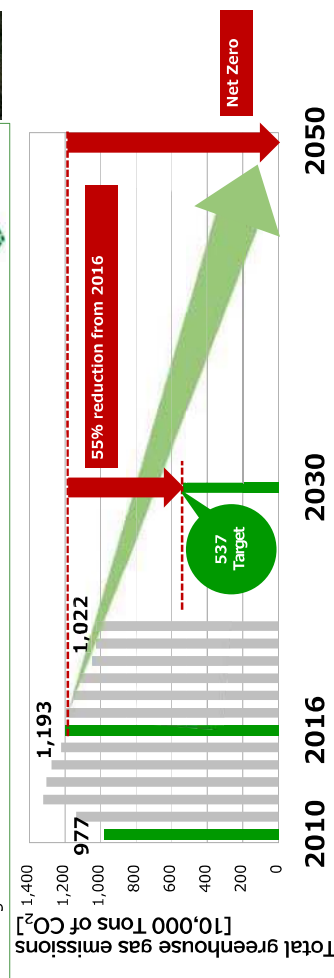
1972: Sapporo Olympics are held

• 1950s-1970s
 Due to the use of coal and oil, and the rapid increase in number of automobiles pollution becomes more severe.

• 1960s-1980s
 Due to regulations by law/ordinance and the development of new infrastructure such as district heating and subways there is a dramatic improvement in air quality.

Sapporo City's objective to reduce Greenhouse Gas emissions

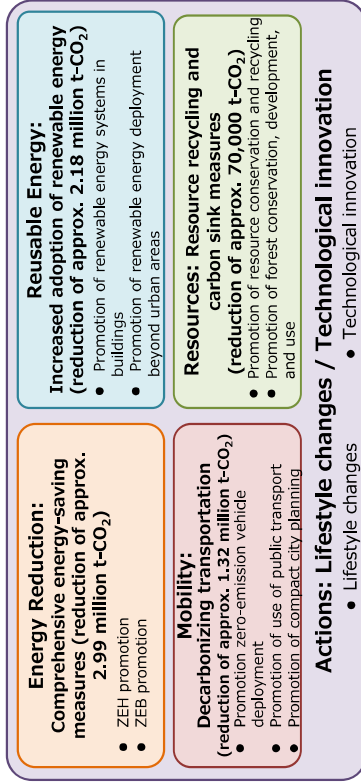
• With the intention of becoming a zero-carbon city by 2050, Sapporo aims to have reduced emissions by 55% by 2030 (in comparison to 2016 levels).
 • Sapporo city's Climate Action Plan (March 2021) was created based on the scientific findings of the IPCC in keeping with the '1.5°C target' of the Paris agreement.
 • Aims to meet this target through initiatives capitalizing on the special characteristics of the region.



Sapporo City's objective to reduce Greenhouse Gas emissions

Measures toward reaching 2030 objectives

- Establishment of 5 measures
- Initiatives carried out by setting 2030 target GHG reduction amounts and performance indicators for each measure



Comprehensive Energy-Saving Measures

Sapporo Next-Generation Housing Standard Certification & Subsidy

For citizens

- Sapporo established the Sapporo Next-Generation Housing Standards to advance climate-change measures tailored to Sapporo's snowy and cold climate
- Construction costs are subsidized (up to 2.2 million yen) for Gold Grade and above

Grade	Average heat transfer rate through building envelope (U _A -value) W / (m ² · K)	Primary energy consumption index (BEI)	Equivalent leakage area (C-value) cm ² /m ²
Platinum	0.18 or less	60% or less	
Gold	0.20 or less (Grade 7)		New homes: 0.5 or less
Silver	0.28 or less (Grade 6)	80% or less (Grade 6 or guideline standard)	Renovated homes: 1.0 or less
Bronze	0.40 or less (Grade 5 or guideline standard)		

Note: In addition to the above, the installation of photovoltaic systems and batteries is required as a sustainability measure

Comprehensive Energy-Saving Measures

Sapporo Housing Eco-Reform Subsidy

For citizens

- A portion of renovation costs is subsidized for Sapporo residents for energy-saving renovation and accessibility renovations
- Work must be performed by licensed construction companies with main offices in Sapporo

Applicable construction	Subsidy amount in FY 2025
Bathroom renovations	Modular bath installation: 90,000 JPY per bathroom
Installation of Energy Recovery Ventilator (ERV)	Ceiling-concealed ERV: 42,000 JPY per unit Wall-mounted ERV: 7,000 JPY per unit
High-insulation window upgrade	7,000 to 20,000 JPY per window
Insulation upgrades for floor, roof/ceiling, or exterior walls	Floor: 50,000 JPY per house Roof/ceiling: 30,000 JPY per house Exterior walls: 240,000 JPY per house



Comprehensive Energy-Saving Measures

Sapporo City Subsidy for Exterior Insulation Upgrades to Existing Apartment Buildings

For citizens

- Partial subsidies are provided for exterior insulation upgrade work in existing apartment buildings in conjunction with energy-saving upgrades to openings (windows and doors)

Eligible recipients	Requirements
Works eligible for subsidy	Apartment management association or apartment owner Works that fulfill all of the following stipulations: • Exterior insulation and other retrofit work that meets ZEH specifications • Renovation work on multiple openings (windows/doors) • Structural insulation retrofits using specified insulation materials
Maximum subsidy amount	Subsidy amount based on 700,000 JPY per eligible unit



Comprehensive Energy-Saving Measures

Subsidy for ZEB/ZEH-M Design Costs

For businesses

- Flat rate subsidies are available for additional design costs necessary for Net Zero Energy Building (ZEB) / Net Zero Energy House – Multi-unit residential building (ZEH-M) costs. (May be combined with national building cost subsidies)



	Total floor area	Subsidy amount in FY 2023
ZEH-M	300-2,000 m ² 2,000 m ² and larger	600,000 JPY 1 million JPY
ZEB	300-2,000 m ² 2,000 m ² and larger	1.5 million JPY 3 million JPY

Comprehensive Energy-Saving Measures

Subsidy for the Installation of Energy-Saving Equipment

For citizens

- Subsidies are available for Sapporo residents to cover a portion of costs of installing energy-saving equipment



	Subsidy amount in FY
ENE-FARM (residential fuel cell system)	80,000 JPY
Geothermal heat pump system	200,000 JPY

Comprehensive Energy-Saving Measures

Subsidy for Energy-Saving Equipment Utilizing Cleaner Energy Sources

For citizens

- Subsidies are provided for partial cost of installing energy-saving equipment utilizing electricity or gas for residents who wish to switch from kerosene heating or kerosene hot water boilers (excluding newly built homes)

	Subsidy value in FY
Cold climate air conditioner	Maximum: 350,000 JPY (1/2 of eligible expenses)
EcoCute	Maximum: 400,000 JPY (1/2 of eligible expenses)
EcoJozu and Coremo	Maximum: 750,000 JPY (1/2 of eligible expenses)



Decarbonizing initiatives utilizing Sapporo's special characteristics (urban renewal, decarbonization of urban buildings)

Promotion of Decarbonization of City Center Buildings During Urban Renewal

- Since 2022, the City of Sapporo has been implementing a system in which they hold consultations with project developer from the early stages of development plans in the city center (such as new construction or rebuilding) on initiatives that contribute to **decarbonization, resilience, and improved comfort**.
- If a company meets the standards during the consultation process and relocates its headquarters from outside Hokkaido to a building certified as a "Zero Carbon Promotion Building," it is eligible for incentives such as a subsidy **covering 100% of its rent for two years**.



SAPP_RO 12
Decarbonizing initiatives utilizing Sapporo's special characteristics (population, infrastructure)

Expansion of Renewable Energy Use Through Collaboration in Hokkaido

- While it is difficult for Sapporo, a large city with dense urban infrastructure, to meet all of its electricity needs from renewable energy produced internally, Hokkaido has the greatest potential for renewable energy in the entire country.
- In order to promote the utilization of renewable energy in cooperation with those regions of Hokkaido with high renewable energy potential, we are working on a system to supply surplus electricity from those regions to customers in Sapporo.



SAPP_RO 13
Decarbonizing initiatives utilizing Sapporo's special characteristics (population, infrastructure)

Using excess electrical power from waste incineration plants to supply the city-managed subways

- Since April 2024, surplus electricity produced from the heat emitted when burning of refuse at three waste incineration plants has been supplied to the three city-managed subway lines, according to a non-fossil fuel certificate known as 'environmental value'.
- Approximately 70% of the electricity consumed is carbon zero, and 'local production for local consumption' also results in a significant reduction in CO2 emissions (CO2 reduction: around 45,000 tons/year).
 ⇒ It is planned to reach 100% zero carbon in April 2025.
- First 'local energy production for local consumption' subway initiative in Japan.



SAPP_RO 14
Decarbonizing initiatives utilizing Sapporo's special characteristics (population, infrastructure)

Initiatives to introduce photovoltaic systems using on-site PPA

On-site PPA Model

This is a system in which the roofs of city-owned buildings are rented to businesses to install photovoltaic systems at no initial cost, and the city then purchases the electricity generated there over a long term.

Photovoltaic system for hippopotamus and lion house of Maruyama Zoo

- Solar generation capacity: 49.5 kW
- Annual power generation: approx. 47,000 kWh
- Supply period: Mar. 1, 2025 – Feb. 28, 2045 (planned)

CO2 Reduction

- 25 t-CO2 annually (equivalent to about 6 households)

'Green Capital Sapporo'

Passing on the rich environment to the next generation and communicating the attractiveness of Sapporo



SAPP_RO 15
Decarbonization initiatives for the future of Sapporo

The ripple effects of our initiatives can be felt on the economy, in society, and on daily life.



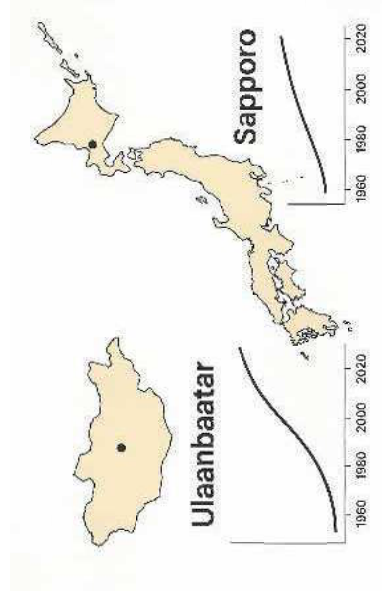
High-Performance Housing from Hokkaido: Standards and Solutions for Cold Climates

Hokkaido University

Comparison of climate

Feature	Hokkaido (Japan)	Ulaanbaatar (Mongolia)
Climate Type	Humid continental	Semi-arid continental
Winter Avg Temp	-7°C (heavy snow/fall)	-21°C (extremely cold, dry)
Lowest Winter Temp	Around -25°C	Around -30°C or lower
Summer Avg Temp	21°C (mild, humid)	18°C (short, warm)
Annual Precipitation	~1,100 mm	~350 mm
Key Feature	Long snowy winters, high humidity	Harsh temperature swings, very dry

Ulaanbaatar and Sapporo



- Area Difference:** Ulaanbaatar is 4 times larger than Sapporo in land area.
- Population Density:**
 - Ulaanbaatar: ~311 people/km²
 - Sapporo: ~1,740 people/km² (much denser)
- Growth Pattern:** Ulaanbaatar's population surged after 1990 (post-socialist transition), while Sapporo's growth stabilized after 1980.

Challenges and Hokkaido's Experience

- Post-War Housing Shortage**
Severe war damage, rapid population growth, material scarcity, and the need for cold-climate technology.
- Government Support**
Public housing programs, housing corporations, and financing through the Housing Loan Corporation.
- Research and Legislation**
Collaboration among government, industry, and academia; *Cold Region Housing Promotion Act* (1948); support from Hokkaido Prefecture and universities.
- Economic and Energy Challenges**
Shift from coal (air pollution) to oil (higher costs); oil shocks during Middle East conflicts.
- Poor Living Conditions**
Condensation, mold, health risks, and heat shock emphasized the need for better insulation and airtightness.

Air pollution in Sapporo in 1960



Cite from 札幌市写真ライブラリー

1960s to early 1970s: During Japan's rapid economic growth, air pollution became severe nationwide

Main Causes

Coal combustion for heating in homes and public buildings (major in Hokkaido's cold climate)

Industrial emissions from factories during the post-war economic boom

Countermeasures

Legislation and Standards:

Air Pollution Control Act (1968) and stricter regulations in the 1970s

Local ordinances in Hokkaido to reduce coal use

Energy Transition: Shift from coal to oil and later to cleaner fuels

Technological Improvements: Better insulation and airtightness reduced heating demand and emissions

Public Pressure: Victims' groups and citizen movements pushed for environmental protection.

CO₂ emission in Hokkaido



Reduce CO₂ emissions from the household sector by 47% by 2030 and achieve Carbon Neutrality by 2050.

In Hokkaido, decarbonization of the household sector is particularly important because its share of emissions is larger compared to the national average.

Hokkaido's High-Performance Housing: Three Pillars of Advancement

Pillar	Focus Area	Role & Key Actions
1. ACADEMIA & GOVERNMENT	Theory & Standards	Goal: Establish a scientific, mandatory standard. Action: Research institutes (e.g., Cold Region Housing Research) established the scientific theory of heat and moisture , which the government then formalized into strict, local standards (北方型住宅 / Northern-Style Housing).
2. THE BUILDERS (Industry)	Quality & Execution	Goal: Achieve precise, durable construction. Action: Builders used open-source insulation knowledge from academia and organized voluntary study groups to share best practices. Crucially, they adopted Air Tightness (C-value) testing , creating performance-based competition that rapidly elevated overall construction quality.
3. THE RESIDENTS (Public)	Demand & Feedback	Goal: Provide motivation and funding for quality. Action: Residents demanded energy-efficient homes to avoid high fuel bills and health problems. Their strict feedback on issues like condensation pushed the industry to constantly improve quality.

The Role of "Gatekeepers": Research & Testing Institutions

- The "Brain": Setting Scientific Standards (e.g., NPBRI)
 - Science over Intuition: Research institutes established the building physics theories needed for cold climates.
 - Standardization: They created strict, mandatory guidelines (e.g., "Northern-Style Housing") based on local evidence.
- 2. The "Referee": Preventing Moral Hazard (e.g., JTCCM)
 - Objective Measurement: Testing centers measured and certified the exact thermal conductivity of materials.
 - Eliminating Deception: Independent certification prevented contractors from substituting high-spec designs with inferior, cheap materials.
 - Fair Competition: This forced the industry to compete on proven quality, not just low prices.
- Key Takeaway for Ulaanbaatar
 - "No Measurement, No Management." Establishing a public testing and certification system is the only way to protect consumers and ensure energy-saving goals are actually met.

Priority Human Resources for Mongolia



Certification & Testing Professionals

- Establish independent testing centers
- Verify materials and performance
- Ensure strict certification



Energy & Environmental Engineers

- Plan renewable energy systems
- Improve energy resilience
- Reduce CO₂ emissions



Building & Construction Specialists for Cold-Climate Housing

- Design high-performance homes
- Insulate and air-seal buildings
- Adapt to harsh conditions

Toward Carbon Neutrality: Actions by Japan, Hokkaido, and Sapporo for 2030 and 2050 Goals

- Achieving Carbon Neutrality by 2050 and 47% CO₂ Reduction by 2030
- Beyond Emission Cuts: Enhancing Health, Comfort, and Quality of Life
- Building Energy Resilience for Cold-Climate Communities

Japanese Government Housing Policy and Carbon Neutrality

Japan promotes safe, sustainable, and energy-efficient housing through coordinated efforts across ministries, aiming for **Carbon Neutrality by 2050**.

Since **2025**, compliance with **energy efficiency standards under the Building Standards Act** has become **mandatory for all new buildings**, reinforcing the government's commitment to reducing emissions.

Key Ministries and Roles

Environment Ministry (MOE):

Low-carbon housing, renewable energy integration, eco-renovation subsidies.

Land & Infrastructure Ministry (MLIT):

Housing standards (insulation, seismic safety), barrier-free design, urban planning.

Economy & Industry Ministry (METI):

ZEH/ZEB promotion, Building Energy Conservation Act, energy efficiency for CN targets.

Health & Welfare Ministry (MHLW):

Housing for elderly and disabled, health-focused design, indoor air quality.

General Housing Loan Situation in Japan

- **Interest Rates:**
 - Historically low mortgage rates; floating rates around **0.5–0.6%**, fixed rates (10-year) around **1.8–2.0%** in 2025.
- **Loan Types:**
 - **Variable rate loans** dominate (76.9% of borrowers), followed by fixed-term and fully fixed loans.
- **Eligibility:**
 - Most banks require stable employment (2–3 years), annual income (¥3–5 million), and repayment by age 75–80.
- **Down Payment:**
 - Typically **20–30%** of property price; over-loan options exist for additional costs.
- **Japan Housing Finance Agency (JHF)** is a **government-affiliated agency** that supports housing finance through:
 - **Flat 35 Program:** Long-term fixed-rate mortgage (up to 35 years) offered via private banks, securitized by JHF.
 - **Flat 35S:** Special version with **discounted interest rates** for homes meeting high standards (energy efficiency, earthquake resistance).
- **Preferential Interest Rates for Energy-Efficient Housing**
 - Since **April 2023**, homes must meet **energy-saving standards to qualify for Flat 35 loans**.
 - **Flat 35S** offers:
 - Interest rate reductions of **up to 0.25–0.5%** for certified energy-efficient homes (e.g., ZEH: Zero Energy House).

History of housing development after WW2



北方型住宅 ZERO (Northern style housing Zero version from 2025)

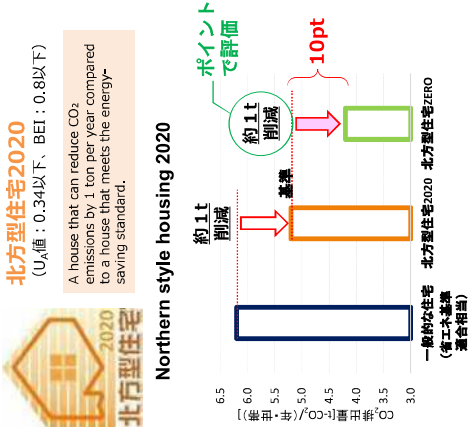
Northern style housing ZERO
北方型住宅ZERO

A house that can reduce CO₂ emissions by 2 ton per year compared to a house that meets the energy-saving standard.

多様なCO₂排出削減技術を取り入れるため、ポイント制を導入

- 外皮性能強化 (Exterior performance improvement)
 - パッシブ (Passive)
 - 再生可能エネルギー (Renewable energy)
- などの技術を導入することによるCO₂排出削減量をポイントに換算する

1 t-CO₂/年を「10ポイント」とする
一次エネルギー消費量20GJ/年の削減に相当
1ポイント=0.1t-CO₂/年≒2GJ/年



北方型住宅 (Northern style housing)

- Future floor plan flexibility (recommended)
- High durability: Seismic grade 2
- Anti-deterioration grade 3
- Easy maintenance: Maintenance grade 3
- Compliance with municipal policies
- Design adapted to local climate
- Use of Hokkaido timber and local energy

4つの基本性能

1. 長寿命 durability

2. 安心・健康 Safety and Health

3. 3つのしくみ

4. 地域らしさ Regional Character

住居履歴の管理

地域らしさ Regional Character

住居履歴の見える化

- Elderly-friendly design
- Health and comfort:
- Formaldehyde countermeasure grade 3,
- proper ventilation,
- whole-house heating

Design and Construction by BIS-certified professionals

Housing History Management

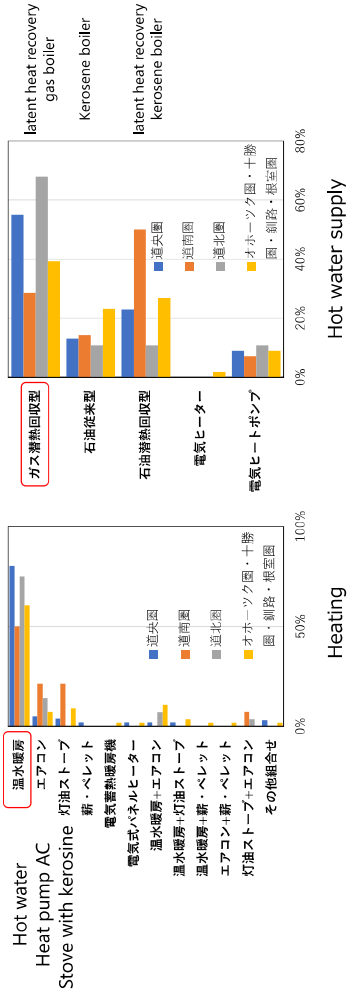
Visualization of Housing Performance

Area development with high-performance housings in rural area

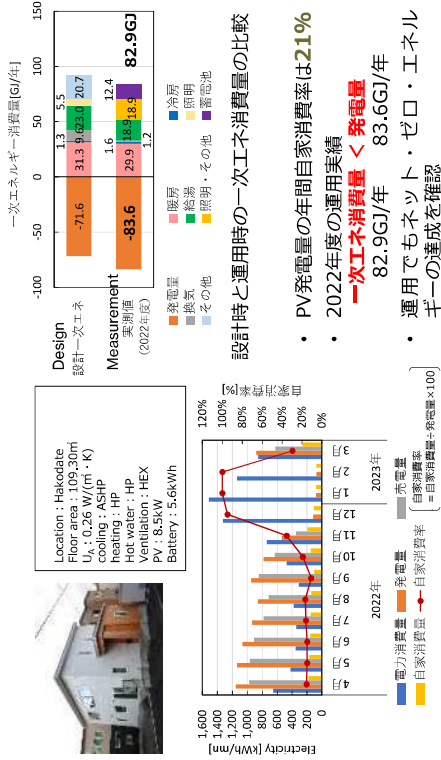


The Zero Carbon Village in Nampo Town features energy-saving homes, solar power, and storage, aiming for net-zero CO₂ emissions and sustainable community living.

Heating system and hot water supply system in Hokkaido



ZEH (net Zero Energy House)



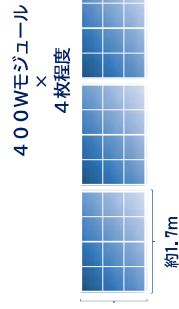
Sapporo eco-e house 【札幌版次世代住宅基準】

Three insulation indicators (UA, BEI, C value) and two sustainability requirements (solar and storage) define four housing grades.

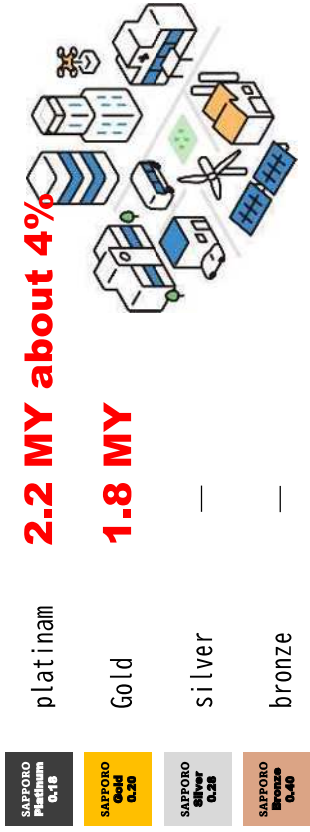
Grade	外皮平均熱貫流率 UA値 (W/m ² ·K)	一次エネルギー消費量 BEI※	相当隙間面積 C値 (cm ² /m ²)
Platina	Below 0.18	Below 0.6	
Gold	Below 0.20 Grade 7		New house be low 0.5
Silver	below 0.28 Grade 6		renovation be low 1.0
Bronze	Below 0.40 Grade 5		

Two sustainability requirements (solar and storage)

- PV
- **over 1.5kW**
- **connection with a battery**
- battery
- **over 2kWh**
- Uses a **lithium-ion** battery connected to a PV household outlets
- **Portable type is also acceptable.**



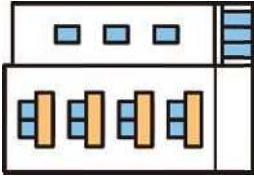
Sapporo city provide subsidies for construction costs to those who build new houses that meet the Sapporo eco-e House.



※等級に応じた「断熱等基準」と「サステイナブル要件」の両方を満たす必要があります。

Sapporo City Apartment Energy-Saving Renovation Support

- Free energy efficiency diagnosis for apartment buildings by city-appointed experts
- Subsidies available for external insulation renovation costs
- Eligible applicants: condominium management associations and rental apartment owners in Sapporo
- Eligible buildings: apartment buildings, dormitories, and boarding houses; fire-resistant or quasi-fire-resistant structures; total floor area of 1,000 m² or more; at least three stories above ground (excluding basements); other conditions apply
- Subsidy amount is calculated per unit, with examples showing significant financial support for large buildings



Research on Residential Building in our Lab.

- Performance Verification of Sapporo Eco-e House
- Study on Insulation Retrofit Methods for Wooden Apartments
- Development of a Digital Twin for Energy Consumption in Buildings in Sapporo City

From Hokkaido to Ulaanbaatar

A Shared Path to Warmth, Health, and Sustainability

Proven Technology
Insulation & Airtightness are the foundation. Without a secure thermal envelope (C-value >1.0), energy is wasted and pollution persists.

Quality Control
No Measurement, No Management. Third-party testing and strict standards prevent moral hazard and ensure real-world performance.

The Three Pillars
Success requires unity. Government sets standards, Academia proves the science, and Builders execute with precision.

Human Resource Dev.
Technology is nothing without people. Continuous training for carpenters and designers is the engine of sustainable growth and quality.

Toward a Carbon-Neutral Future Together

附属資料 B



再生可能エネルギーで電力需要を満たす



ユニード株式会社は、株式会社オリエンタルコンサルタンツと共同で、札幌市を代表し、環境省が2024年度に実施する都市間連携事業の一環として、「ウランバートル病院屋上太陽光発電プロジェクト」の実施可能性調査を行っています。

ウランバートル市の主な電力源は石炭火力発電所であり、大気汚染、特に大量のCO₂排出に直接関係しています。モンゴル中部地域の電力系統では、1kWhの電力を生産するために平均0.75kgのCO₂が排出されています。

再生可能エネルギーを電力消費に導入することは、CO₂排出量の削減に効果的であり、長期的に見て経済的にも実現可能な解決策です。

当社は、過去7年間で日本国内において、地上設置型、屋上設置型、駐車場型など、合計22MWの太陽光発電所プロジェクトを50件以上完了させてきました。モンゴルで再生可能エネルギープロジェクトを実施することで、CO₂排出量が大幅に削減されるだけでなく、日本の環境省が実施する二国間クレジット制度(JCM)の下で総プロジェクト費用の約25%が賄われることとなります。



モンゴルにおける太陽光発電機と集電装置設置の重要性

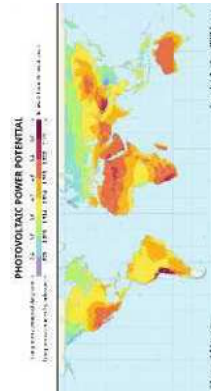
モンゴルは、年間平均270~300日の晴天日数を誇る、世界有数の太陽エネルギー資源を有する国です。

これに伴い、「世界の太陽光発電ポテンシャル(太陽光発電所の最適立地評価)」によると、モンゴルは1平方メートルの面積から年間最大1500~1800kWhの電力を発電できる高いポテンシャルを持つ地域とされています。

さらに、太陽光発電システムと蓄電池システムを組み合わせることで、以下のメリットが得られます。

- ・電力供給の継続性: 系統障害からの保護と停電時の使用
- ・完全な自立性: 系統に依存しないシステム
- ・CO₂削減と持続可能な開発への貢献

したがって、モンゴルにおける再生可能エネルギー分野の発展において、蓄電池システムを備えた太陽光発電システムを設置することは、エネルギー安全保障、経済効率、そして気候変動に対する真の解決策となり得る。



太陽光パネル設置可能場所 (建物概要)



	国立診断治療センター	50 o p T	歩道沿い
面積	1494M ²	1539M ²	不確定
建物の構造			
設置可能な太陽光パネルの枚数	最大200kW 最小40kW	最大220kW 最小40kW	最大--- kW 最小--- kW
年間発電量	最大230MW 最小115MW	最大253MW 最小115MW	最大--- kWh 最小--- kWh

プロジェクトの目的、設置能力、仕様

プロジェクト目標:

- ・長期的な電気料金の削減
- ・太陽光発電パネルと太陽光発電パネルを組み合わせ、停電時のバックアップ電源を提供する
- ・二酸化炭素(CO₂)排出量を削減し、環境に優しい環境を創出する
- ・ヘルスケア分野における持続可能でスマートなエネルギーシステムの導入

設置容量:

太陽光パネル容量: 540kW = 625W × 864台
 インバータ容量: 420kW = 60kW × 7台
 バッテリー容量: 112.64kWh = 5.12kWh × 22台 × 4台
 BMS(バッテリーマネージメントシステム)

フレームレスで両面発電する高性能太陽光パネルを採用することで、大気汚染や埃によるロス削減し、清掃を容易にします

冬季には、雪に反射した太陽光を利用することで、総発電量が5~25%増加します

112.64kWhのバッテリーを設置することで、停電時の電力消費量に応じて、病院全体を10分~2時間照明することが可能です。また、特定のエリアでの使用であれば、長時間の使用も可能です。

例:手術室1室に半日分の電力を供給するなど

バージョン1

太陽光発電システムの自己負担契約条件:
 JCMで提供される費用以外の費用は自己負担とし、設置した太陽光発電システムを所有する。

契約期間:10年
 太陽光発電所の発電量、それに伴う経済効果およびCO₂削減量に関する報告書に必要な情報を、ユニリード株式会社を通じて環境省に提出する。



オプション1 - JCM資金を受け取り、自己資金を維持する(TOG)

※注:設置された太陽光発電システムは参加者によって買取りとして扱われます。
 6年半以内に設置費用を回収します。
 それ以降のエネルギー一部削減はすべて利益として残ります。

※注:初期投資額が高い
 メンテナンスと稼働管理の責任がある

年間電力消費量	3,397,459	キロワット時	2023年の実際の消費量	
年間電気代	1,200,000,000	トナリ	開校を加えた概算価格	
最大設置可能容量	DC	750	屋根面積をフル活用する場合	
設置に適した容量	DC	540	DAH/パネル625W×12並列×10並列×6インバータ	
	AC	420	DAH/パネル625W×12並列×12並列×1インバータ	
	Battery	112.64	60kW×7台のインバータ	
	合計	1,802,250,000	5.12 kWh × 22台 × 4 BMS	
JCMから入ってくる	トナリ	472,500,000	トナリ	540kW × 133,500円 × 25MNT/円 = 1,802,250,000MNT
自己負担額	/トナリ	1,329,750,000	トナリ	540kW × 35,000円 × 25MNT/円 = 472,500,000MNT
年間の電力生産量	年間	706,860	トナリ	1,802,250,000 MNT - 472,500,000 MNT = 1,329,750,000 MNT
	年間	187,317,900	トナリ	540 kW × 1,400 kWh/kWh - 太陽発電 1,400 kWh/kWh - 太陽発電 110% - 初期からの追加発電 0.85 - グラフハウートにおける大気汚染の単位損失
電気代節約	年間	187,317,900	トナリ	706,860 kWh/年 × 265 トナリ/年 = 187,317,900 トナリ/年
	合計	3,746,358,000	トナリ	187,317,900 トナリ/年 × 20年 = 3,746,358,000 トナリ/年
回収期間	合計	7.1	年	1,329,750,000 トナリ/年 ÷ 187,317,900 トナリ/年 = 7.09年 = 7年10月

バージョン2

PPA(電力購入契約)

契約条件:太陽光発電システムの全費用を負担する投資家と固定価格の電力購入契約を締結する
 契約期間:20年
 契約期間中の義務:設置された太陽光発電システムで消費された電力を、所定のレートで支払う





オプション2 – PPA (電力購入契約)(トログ)

*クレジット
 *期間投資不要
 *太陽光発電システムの新設資金は、現在より10%安くあります
 *バッテリーを稼働しているので、停電時(特定地域)でも使用可能です
 *20年間、固定価格で電気を購入します

*デメリット:
 *設置した太陽光発電装置は、費用を負担した企業の資産の簿簿とあります。
 *太陽光発電装置からの電気料金は別途で設定されます。

Жилийн цэвэрлэвч	3,397,459 кВтц	2023 оны Бодит Хэрэглээ
Жилийн цэвэрлэвч төлбөр	1,200,000,000 төгрөг	Нэмэгдсэн тарифаар тооцсон барагцаа үнэ
Суурилуулалт боломжит дээд хүчин чадал	750 кВт	Дээрхийн нийт талбай бүрэн ашиглах тохиолдолд
Суурилуулалтад тохиромжтой хүчин чадал	540 кВт	DAF хавтан 625W x 12 цусаа x 10 эзвэлгэр x 6 инаерпер
	420 кВт	DAF хавтан 625W x 12 цусаа x 12 эзвэлгэр x 1 инаерпер
	60 кВт x 7 инаерпер	
Battery	112.64 кВтц	5.12 kWh x 22 ширээг x 4 BMS
Шалгардаг хэдрэл	1,802,250,000 төгрөг	540 kW x 133,500 JPY x 25 MNT/JPY = 1,802,250,000 MNT
JCM хэзээ ор ирэх	472,500,000 төгрөг	540 kW x 35,000 JPY x 25 MNT/JPY = 472,500,000 MNT
Хүчин гүйцэтгэл	0	Хэргийн хариуцаагүй PPA гэрээний үйлчилгээний үйлчилгээ
Жилийн үйлдвэрлэл, цэвэрлэвч, хэмнэлт	706,860 кВтц	540 kW x 1,400 kWh/kWh x 110% x 0.85 = 706,860 kWh/жил 1,400 kWh/kWh – Бодит дараа 110% – Хоёр талаараа ажил хувиарлах хэргийн үйлчилгээний үйлчилгээ 0.85 – ҮБ хэргийн агаарын бохирдол хэргийн алдагдал тооцсон нэрлэг
Цэвэрлэвч төлбөрийн хэмнэлт	18,731,790 төгрөг	706,860 kWh/жил x 265 төгрөг x 10% = 18,731,790 төгрөг/жил
20 жилийн нийт хэмнэлт	374,635,800 төгрөг	18,731,790 төгрөг/жил x 20 жил = 374,635,800 төгрөг
Төлбөрийн хэмнэлт	9.5 ҮН/kWh	265 MNT = 25 MNT/ҮН x 0.9 = 9.5 ҮН
Төлбөрийн хэмнэлт		Төлбөрийн хэмнэлт



Өөрийн хэрэгцээний цахилгааны хэрэглээг Сэргээгдэх эрчим хүчээр хангах нь

UNILEAD Co.,Ltd. нь 2024 оны саяхуугийн жилд Япон Улсын Байгаль Орчны Яамнаас хэрэгжүүлдэг Хот хоорондын хамтын ажиллагааны хөтөлбөрийн хүрээнд Саппоро хотыг төлөөлөн "Улаанбаатар хотын эмнэлгүүдийн дээвэр дээр нарны хавтан суурилуулах төсөл" хэрэгжүүлэх боломжийг судлахад Oriental Consultants Co., Ltd.-ийн хамтаар ажиллаж байна.

Улаанбаатар хотын цахилгааны гол эх үүсвэр нь нүүрсээр ажилладаг дулааны цахилгаан станцуд (ТЭЦ) бөгөөд энэ нь агаарын бохирдол, ялангуяа их хэмжээний CO₂-ын ялгаралттай шууд холбоотой. **Монголын төвийн бүсийн нэгдсэн сүлжээний 1 кВт-ц цахилгааныг үйлдвэрлэхийн тулд дунджаар 0.75 кг CO₂ ялгаруулдаг.**

Цахилгааны хэрэглээнд сэргээгдэх эрчим хүч нэвтрүүлэх нь CO₂-ын ялгарлыг бууруулах үр нөлөөтэй бөгөөд урт хугацаанд эдийн засгийн хувьд ч хэмнэлттэй шийдэл болдог.

Манай компани нь Япон улсад сүүлийн 7 жилийн хугацаанд газар дээрх, дээвэр дээрх, автомашины зогсоолын гэх зэрэг төрөл бүрийн нарны цахилгаан станцын 50 гаруй төслийг амжилттай гүйцэтгэж, нийт 22 МВт хүчин чадалтай системийг хэрэгжүүлсэн туршлагатай. Өөрийн хэрэгцээний цахилгааны хэрэглээг сэргээгдэх эрчим хүчээр хангах төслийг Монгол улсад хэрэгжүүлснээр CO₂-ыг бодитойгоор бууруулах боломжтой төдийгүй **Япон улсын Байгаль орчны яамны хэрэгжүүлж буй JSM (Хамтарсан кредит олгох механизм)-ийн хүрээнд нийт төслийн зардлын 25 орчим хувийг авах боломжтой юм.**

Өөрийн хэрэгцээний цахилгааны хэрэглээг Сэргээгдэх эрчим хүчээр хангах нь 2025 оны 6-р сарын 20-н

Монгол Улсад нарны цахилгаан үүсгүүр, цахилгаан хураагуртай хамт суурилуулахын ач холбогдол

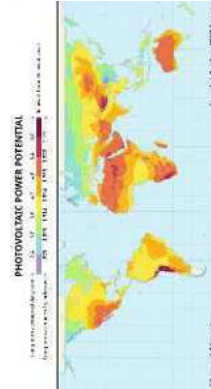
Монгол Улс нь дэлхийн хэмжээнд нарны эрчим хүчний нөөц хамгийн өндөртэй улс орнуудын нэг бөгөөд жилийн турш дунджаар 270–300 өдөр нартай байдаг.

Үүнтэй уялдан "Global Photovoltaic Power Potential" буюу нарны цахилгаан үүсгүүрийн оновчтой байршлын үнэлгээгээр Монгол Улс нь 1 м² талбайгаас жилд 1500–1800 кВт.ц хүртэл цахилгаан үйлдвэрлэх боломжтой, өндөр чадавх бүхий бүс нутагт тооцогддог.

Түүнчлэн, цахилгаан хураагүүрэн (баттэрей) системийг PV системтэй хамт ашиглах нь дараах давуу талуудыг бий болгодог.

- Эрчим хүчний тасралтгүй байдал: Сүлжээний доголдлоос хамгаалах, цахилгаан тасрах үед ашиглах
- Өөрөө хэрэглээндээ бүрэн найдах: Сүлжээнээс үл хамаарах систем
- CO₂ бууруулалт ба тогтвортой хөгжилд хувь нэмэр оруулах

Иймд Монгол Улсад сэргээгдэх эрчим хүчний салбарыг хөгжүүлэхдээ цахилгаан хураагуртай нарны цахилгаан үүсгүүрийн систем суурилуулах нь эрчим хүчний аюулгүй байдал, эдийн засгийн үр ашиг, уур амьсгалын өөрчлөлийн эсрэг бодит шийдэл болж чадна.



Нарны хавтан суурилуулах боломжтой байршил (БАРИЛГЫН ТОЙМ)



	Үндэсний оношилгоо эмчилгээний төв	50 орт	Явган хүний зам дагуу
Талбай	1494м2	1539м2	Тодорхойгүй
Барилгын бүтэц			
Суурилуулах боломжтой нарны хавтангийн хэмжээ	Дээд хэмжээ 200 кВт Доод хэмжээ 40 кВт	Дээд хэмжээ 220 кВт Доод хэмжээ 40 кВт	Дээд хэмжээ --- кВт Доод хэмжээ --- кВт
Жилд үйлдвэрлэх эрчим хүчний хэмжээ	Дээд хэмжээ 230 МВтц 115 МВтц	Дээд хэмжээ 253 МВтц 115 МВтц	Дээд хэмжээ --- кВтц Доод хэмжээ --- кВтц



Төслийн зорилго болон суурилуулах хүчин чадал, үзүүлэлт

Төслийн зорилго:

- Цахилгааны зардлыг урт хугацаанд бууруулах
- Цахилгаан хураагуурыг нарны хавтангай хослуулснаар цахилгаан тасарсан үед нөөц эрчим хүчээр үйл ажиллагаагаа тасралтгүй үргэлжлүүлэх
- Нүүрсхүчлийн хийн (CO₂) ялгарлыг бууруулж, байгаль орчинд ээлтэй орчин бүрдүүлэх
- Эрүүл мэндийн салбарт тогтвортой, ухаалаг эрчим хүчний систем нэвтрүүлэх

Суурилуулах хүчин чадал:

Нарны хавтангийн хүчин чадал : **540 кВт** = 625 Вт × 864 ширхэг
 Инвертерийн хүчин чадал : **420 кВт** = 60 кВт × 7 инвертер
 Хураагуурын хүчин чадал : **112.64 кВтц** = 5.12 кВтц × 22 ширхэг × 4 BMS(Battery Management System)

Хүрээгүй, хоёр талаараа эрчим хүч үйлдвэрлэдэг өндөр хүчин чадалтай нарны хавтан сонгосноор :

- Агаарын бохирдол, тоос шороонос үүдэлтэй алдагдлыг багасгаж, цэвэрлэгээг хөнгөвчилнө
- Өвлийн улиралд цаснаас ойх нарны гэрлийг ашиглан нийт үйлдвэрлэх цахилгааныг 5~25% нэмэгдүүлнэ

112.64 кВтц хүчин чадалтай хураагуур (баттерей) суурилуулснаар цахилгаан тасрах үеийн цахилгааны хэрэглэнээс хамаарь 10 минутгаас 2 цагийн хугацаанд эмнэлгийн нийт гэрэлтүүлгийг хангах боломжтой бол тодорхой нэг хэсэгт ашиглах тохиолдолд олон цагийн хэрэглээг хангах боломжтой.

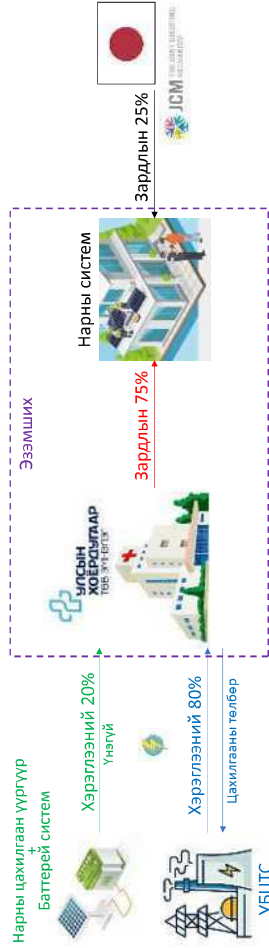
Жишээлбэл : Хагалгааны нэг өрөөний цахилгааны хэрэглээг хагас өдрийн турш хангах г.м.



Хувилбар 1

Нарны системийн зардлыг өөрсдөө хариуцах

Эзрэний нөхцөл : JCM-ээс өгөх дэмжлэгээс бусад зардлыг өөрсдөө хариуцаж, суурилуулсан нарны системийг өөрөө эзэмших
 Эзрэний хугацаа : 10 жил
 Эзрэний хугацаанд хүлээх үүрэг : Нарны цахилгаан үүргүүрийн үйлдвэрлэсэн цахилгааны хэмжээ болон түүний дунда үүсэн эдийн засгийн хэмнэлт, CO₂ бууруулалтын тайланд шаардлагатай мэдээллийг UNILEAD Co.,Ltd.-ээр дамжуулан Япон улсын байгаль орчны яаманд өгөх



ХУВИЛБАР 1 – JCM-ИЙН САНХҮҮЖИЛТ АВААД, ҮЛДЭХ ЗАРДЛАА ӨӨРСДӨӨ ХАРИУЦАХ (ТӨГРӨГӨӨР)

Сул тал :
 - Ашиг гаргах хэмжээг дүн өндөр
 - Арчилгаа, асар үйлчилгээг өөрсдөө хариуцах

Дангуу тал :
 - Суурилуулсан нарны цахилгаан үүсгүүр нь өөрсдийн хөрөнгө болж үлдэнэ
 - 6 жил ялгасан дотор зардала нөхөн
 - Түүнээс цаашхи бүх эрчим хүчний хэмнэлт нь ашиг болж үлдэнэ.

Жилийн цахилгааны хэрэглээ	3,397,459	кВтц	2023 оны бодит хэрэглээ
Жилийн цахилгааны төлбөр	1,200,000,000	төгрөг	Намдсан тарифаар тооцсон барагцаа үнэ
Суурилуулах боломжтой дэд хүчин чадал	750	кВт	Даврийн нийт талбайг бүрэн ашиглах тохиолдолд
Суурилуулахад тохиромжтой хүчин чадал	540	кВт	DH-хавтан 625W × 12 цуваа × 10 зэрэгцээ × 6 инвертер DH-хавтан 625W × 12 цуваа × 12 зэрэгцээ × 1 инвертер
Шарвалгах зардал	420	кВт	60 kW × 7 инвертер
JCM-ээс орж ирэх	112.64	кВтц	5.12 kWh × 22 ширхэг × 4 BMS
Өөрсдийн төлөх дүн	1,802,250,000	төгрөг	540 kW × 133,500 рүү × 25 MWh/рүү = 1,802,250,000 MWh
Жилд үйлдвэрлэх цахилгааны хэмжээ	472,500,000	төгрөг	540 kW × 35,000 рүү × 25 MWh/рүү = 472,500,000 MWh
Цахилгааны төлбөрийн хэмнэлт	1,329,750,000	төгрөг	1,802,250,000 MWh - 472,500,000 MWh = 1,329,750,000 MWh
20 жилийн нийт хэмнэлт	706,860	кВтц	540 kW × 1,400 kWh/kWh × 110% × 0.85 = 706,860 kWh/жил 110% - Хоёр талаараа эрчим хүч үйлдвэрлэх хавтангийн нэмэгдэл 0.85 – УБ-котлыг агаарын бохирдол зэргийн алдагдал тооцсон нэгж
Зардала нөхөх хугацаа	187,317,900	төгрөг	706,860 kWh/жил × 265 төгрөг = 187,317,900 төгрөг/жил
	3,746,358,000	төгрөг	187,317,900 төгрөг/жил × 20 жил = 3,746,358,000 төгрөг
	7.1	жил	1,329,750,000 төгрөг/жил : 187,317,900 төгрөг = 7.09 жил = 7 жил 1 сар



Хувилбар 2

PPA – Эрчим хүч худалдан авах гэрээ байгуулах

Эзрэний нөхцөл : Нарны цахилгаан үүсгүүрийн системийн нийт зардлыг гаргах хөрөнгө оруулагчтай тогтмол тарифаар эрчим хүч худалдан авах гэрээ байгуулах
 Эзрэний хугацаа : 20 жил
 Эзрэний хугацаанд хүлээх үүрэг : Суурилуулсан нарны цахилгаан үүсгүүрийн системээс хэрэглэж буй цахилгааны төлбөрийг урьдчилан тогтоосон иенний тарифаар тооцож төлөх



ХУВИЛБАР 2 – PPA (ЭРЧИМ ХҮЧ ХУДАЛДАН АВАХ ТЭРЭЭ – POWER PURCHASE AGREEMENT) (ТӨРӨГӨӨР)



- Дэлүүтэй:
- Өөрөөр өөрсөдөө шийдвэрлэхгүй
 - Нарны үсгүүрээс авах цахилгааны тариф нь олонорынхаас 10% хэмд байна
 - Батгэрлийг үнэр цахилгаан гясаах үеэр ашиглах боломжтой /Госорхой тэг хэсэгт/
 - 20 жилийн турш тогтмол тарифаар цахилгаан худалдаж авна
- Сүүлч:
- Өөрөөр өөрсөдөө шийдвэрлэхгүй
 - Нарны үсгүүрээс авах цахилгааны тариф нь зардал гаргасан компанийн хөрөнгө болно
 - Нарны үсгүүрээс авах цахилгааны тарифыг илгээр тогтооно.

Жилийн цахилгааны зардал	3,397,459	нВтц	2023 оны бардг зардал
Жилийн цахилгааны төлбөр	1,200,000,000	төгрөг	Намгдсан тарифар тооцсон баралцаа үнэ
Суурилуулах боломжиг дээд хүчин чадал	750	нВт	Дээрхийн нийт талбайг бүрэн ашиглах тохиолдолд
Суурилуулахад тохиромжтой хүчин чадал	540	нВт	ДАН хаагч 625kW × 12 цуваа × 10 зэрэгцээ × 6 инавгтер
	420	нВт	ДАН хаагч 625kW × 12 цуваа × 12 зэрэгцээ × 1 инавгтер
	112.64	нВтц	60 kW × 7 инавгтер
			5.12 MW × 22 ширхэг × 4 ВМ5
Шарьдалд зардал	1,802,250,000	төгрөг	540 kW × 133,500 JPY × 25 MNT/JPY = 1,802,250,000 MNT
JCM-ээс ор ирэх	472,500,000	төгрөг	540 kW × 35,000 JPY × 25 MNT/JPY = 472,500,000 MNT
Өөрсдийн төлөх дүн	0	төгрөг	Үндсэн төлбөрийг PPA гараа байгуулах компани гаргана
Жилд үйлдвэрлэх цахилгааны хэмжээ	706,860	нВтц	540 kW × 1,400 kWh/kWh × 110% × 0.85 = 706,860 kWh/жил
			1,400 kWh/kWh
			110% - Хөдөө талгаараа эрчим үнэ үйлдвэрлэх халтгайгйи намгдгал
			0.85 – ҮЕ хотын агварын бохирдол зэргийн алдалдал тооцсон нэрлж
Цахилгааны төлбөрийн хэмнэлт	18,731,790	төгрөг	706,860 kWh/жил × 265 төгрөг × 10% = 18,731,790 төгрөг/жил
20 жилийн нийт хэмнэлт	374,635,800	төгрөг	18,731,790 төгрөг/жил × 20 жил = 374,635,800 төгрөг
Нарны цахилгаан үсгүүрээс авах цахилгааныч тариф	9.5	мен/нВтц	265 MNT ÷ 25 MNT/JPY × 0.9 = 9.54 JPY × 9.5 JPY