

地球環境学

Global Environmental Studies

目次

〈論文〉

持続可能な再生可能エネルギー

インド ケララ州 ミトラダムモデルを実例として

..... ジョージピーター・プテンカラムジョンジョセフ (1)

脱炭素に向けた地域住民の意識調査:

奄美大島瀬戸内町におけるアンケート調査に基づいた事例研究

..... 山岸友理・鈴木政史 (27)

Renewable Energy for Sustainable Development

Case Study of Mithradham Model, Kerala, India

George Peter¹ & John Joseph Puthenkalam²

Abstract

One of the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) is “ensuring access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all”. SDG 7 calls for the achievement of renewable energy. The earth thrives with the energy gifted by the Sun for millions of years. Humans evolved from his birthplace, the forest to the evolved state today using making use of this energy. Human beings began to use condensed energy from fossil fuels during the industrial phase of the economic development. In this process the environment is polluted. Pollution level reached staggering levels and brought about many maladies small and big. Climate change caused health problems for millions of people of all age group. People in the developing countries are the most affected in the race for development. Thinkers, activists and decision makers looked for way out. The new and renewable energy sources showed an alternative sustainable path for development. Using renewable energy technologies, developing countries gain the advantage of not climbing the fossil energy mountain to achieve progress like the developed countries of the fossil era. They are in a position to drill through the mountain with use of renewable energy and achieve sustainable development in par with the developed countries with less pollution. India is on fast track development of renewable energy technology with a target of 500 GW of renewable energy by 2030. India is also encouraging all institutions to take up the renewable energy development path. Renewable Energy Centre Mithradham in India is the first fully renewable energy based educational institution in India dedicated to environment and renewable energy and is model for sustainable living. This model could be replicated all over the world for a sustainable world. This article is an attempt to show how SDG 7 on energy can be achieved via sources of renewable energy showcasing the model of Mithraddham.

1. *Dr. George Peter, Director, Mithradham, and visiting scholar at Institute of Global Environment Studies (April-June, 2023).*

2. *Prof. John Joseph Puthenkalam, Faculty of Economics and Graduate School of Global Environment Studies.*

持続可能な再生可能エネルギー

インド ケララ州 ミトラダムモデルを実例として

ジョージピーター・プテンカラムジョンジョセフ

要約

17の持続可能な開発目標（SDGs）のひとつに、SDG 7として、「すべての人に手頃な価格で信頼性が高く、持続可能で近代的なエネルギーへのアクセスを確保する」があり、SDG 7は、再生可能エネルギーの実現を目標としている。地球は何百万年もの間、太陽から与えられた恵みによって、繁栄しており、人類は、その発祥の地である森から、この太陽のエネルギーを利用して今日まで、進化を遂げてきた。人類は、その経済発展の産業化段階において、化石燃料からの凝縮エネルギーを使用し始めた。このことにより、環境は汚染され、環境汚染は驚異的なレベルに達し、大小を問わず多くの疫病を人類にもたらした。また、気候変動は、あらゆる年齢層の何百万人もの人々に健康問題を引き起こし、特に、開発競争の分野で発展途上国の人々は、最も影響を受けている。思想家、活動家、政治家たちは解決策を模索し始め、代替として、新しい再生可能エネルギーは、開発のための持続可能なエネルギーとしての道筋を示すものとなった。再生可能エネルギー技術を使用すると、先進国は、化石燃料に頼り、“化石燃料の山”に登っていたが、発展途上国はその発展のために、再生可能エネルギー技術を使用すると、“化石燃料の山”に登らないという選択を得ることができる。発展途上国は再生可能エネルギーで山を掘り起こし、汚染の少ない先進国並みの持続可能な開発を実現できる立場になるだろう。

実際、インドは、2030年までに500GWの再生可能エネルギーを目標に、再生可能エネルギー技術の急速な開発を進めている。インドはまた、すべての機関が再生可能エネルギー開発の道を歩むことを奨励している。インドの再生可能エネルギーセンターミトラダムは、インド初の完全に再生可能エネルギーベースの機関であり、環境と再生可能エネルギーを指針とする持続可能な生活のモデルケースとなっている。このモデルは、持続可能な世界のために世界中で複製することが可能である。本論文は、再生可能エネルギーとしてのミトラダムを紹介することにより、SDG 7をどのように達成するかを示す試みである。

Renewable Energy for Sustainable Development

Case Study of Mithradham Model, Kerala, India

Introduction

One of the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) is “ensuring access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all”. SDG 7 calls for the achievement of renewable energy. This article aims to provide the sources of energy and how we could harness it to achieve SDGs. This article is based on a lecture given by Dr. George Peter during his stay at Sophia University, as a visiting scholar during 2023. The first section of this article broadly explains how to understand energy sources for development of developing countries and the second section of this article focusses on India and its energy need for development. Final section of the article concludes by providing a case study of Renewable Energy Centre, “Mithradham”, to show how renewable energy is possible by using science and technology in our day-to-day life.

From the simplest to the most complex living organisms require energy for its growth and development. Sun has been providing the required energy for millions of years through fusion nuclear reaction taking place inside its belly. The process continues uninterrupted till this moment and will continue as long as Sun shines and the life on earth exists. Humans, who stand on the apex of evolution, by his unique ability to ask questions and find acceptable answers, asked questions like, “Can we make extra energy and develop faster?”. With this question before them for millions of years, from the instinctive hunting and collecting nomadic stage, they started their journey of life. Humanity entered the settled farming stage by using intelligent primitive stone tools and their physical power. During this period, they have more free time to think, discuss and find collective solutions to their questions and problems. Tribal scientists invented fire and metals and produced new tools for hunting, farming and self-defense. By taming animals to supplement the muscle power, humans reached development that muscle power alone could not achieve. Thus, the hunters and collectors evolved to farmers possessing land, tools, animals and labour force. Farming developed into enterprises. ‘Science and technology’ established tool manufacturing centers to support the new land lords. Humans, thus slowly became an industry based developing species.



Stages of development of humans and their energy use.
Figure by the author from various open sources

Humans began to produce tools to increase their productivity from the farms and also invented and made weapons needed to safeguard their land and resources. Intelligent tools soon appeared in the construction

of houses, meeting places, temples, food production and to all realms of life. Water and wind power were used to run industries. Sea voyage were taken up for business and exploration using the power of wind. Humans extended their hands through machine tools, eyes through microscopes and telescopes, ears through radio waves and microwaves and finally their most important gift brain, through Computer and Artificial Intelligence. The energy consumed by the machines was far more than the energy needed for muscle and animal power. But, all these machines required other forms of energy than food. Steam and coal were the needed energy resources for industrial revolution. The energy revolution started side by side with the industrial revolution. A new industrial civilization powered by fossil energy sources was born which grew into postindustrial, IT, robotic and AI civilization that we see today.

Societies before the Industrial Revolution were dependent on the annual cycle of plant photosynthesis for both heat and mechanical energy. The quantity of energy available each year was therefore limited, and economic growth was necessarily constrained. In the Industrial Revolution, energy usage increased massively, and output rose accordingly. In pre-industrial time the energy source, though limited, was renewed each year. The addition of fossil energy for the needs of fast development of the industrial societies disturbed the nature's evolution dynamics. Fossil fuels, such as coal spewed large quantities of carbon and carbon compounds, polluting the atmosphere, water and soil. This affected the health of all living organisms which are highly dependent on the above valuable natural resources. The following chart reveals the fast increase in energy during the industrial revolution period which is usually considered as 1560-1860 AD.

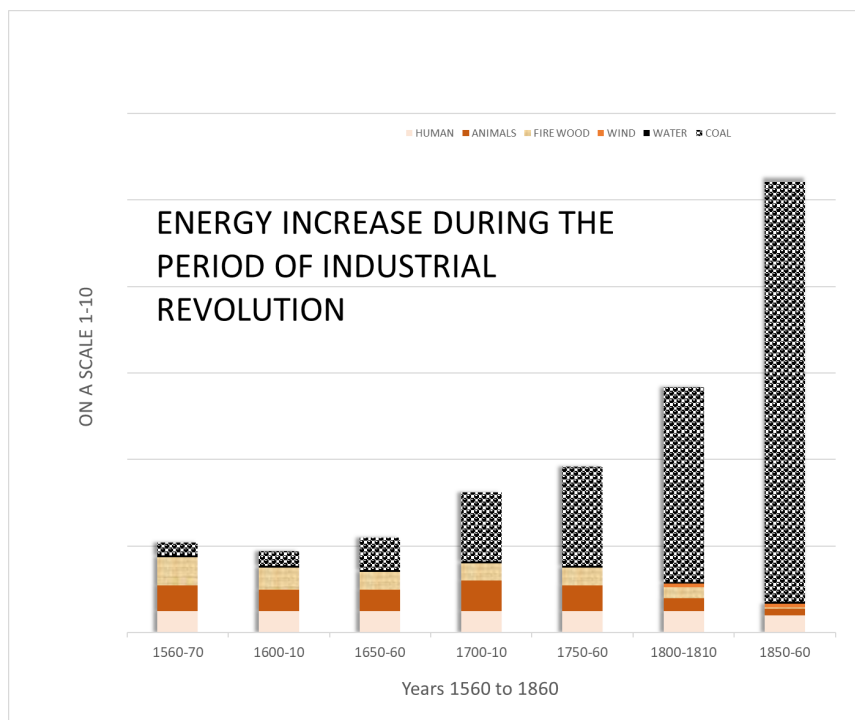


Figure by the author, data from various open sources

The polluting resources brought about fast economic development which was considered to be the major index of development, especially by the western world.

Energy Needs of Industries

The annual estimated global energy consumption is estimated to be 580 million terajoules^[1]. This figure does not include the primitive energy sources such as wood and animal power. The percentage consumption per year for major human activities are shown in the diagram given below.

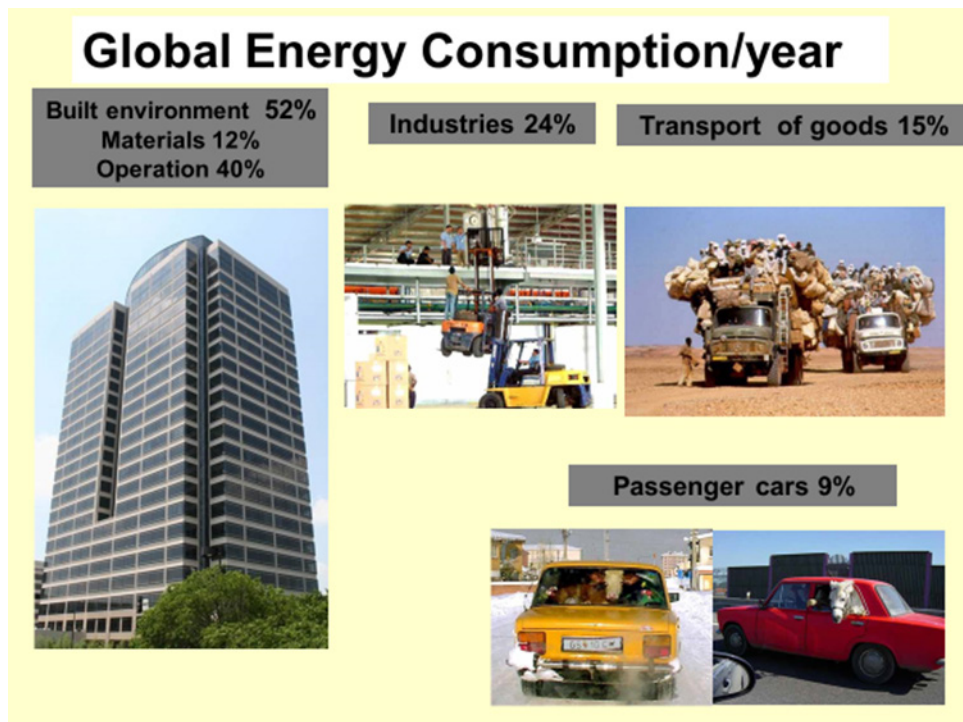


Figure by the author, data from various open sources

Industry is the main consumer of energy. Within the industrial sector, manufacturing for built environment accounts for the largest share of annual industrial energy consumption. It includes mining for extraction of minerals, nonmineral products such as stone and gravel, coal, oil, and natural gas. The second largest energy consumer is production industries in other sectors such as food, farming, fishing and forestry followed by transport of goods and passengers. Roughly 52% of the energy consumption is for built environments such as buildings, roads and their raw materials. 24% account for industrial production of gadgets and other consumables, 15% for goods and 9% for passenger transport. Industry uses a variety of energy sources such as Coal and Lignite, Petroleum, such as distillate and residual fuel oils and hydrocarbon gas liquids, Natural gas, Electricity, Renewable sources. More than 80% of the energy source used to produce the required energy for the industry come from fossil fuels. The emission of oxides of carbon to the atmosphere from fossil energy

is almost 4 times the mass of the fuel used. Besides, burning of the fossil fuels require considerable amount of oxygen taken from the life sustaining assets store of living organisms. The following diagram gives the distribution of present-day energy sources used.

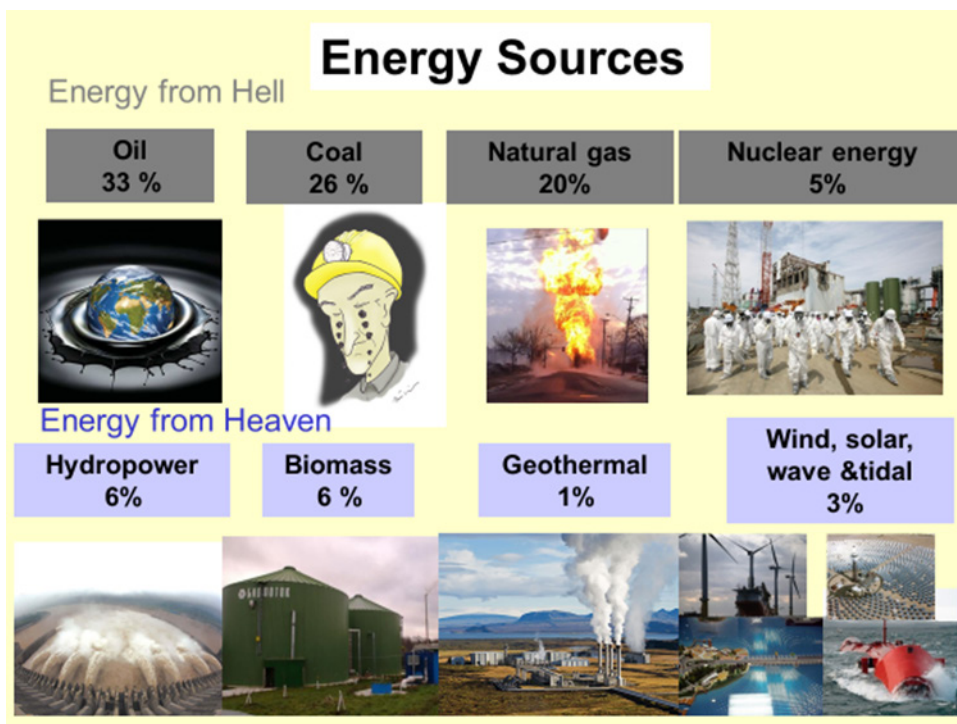


Figure by the author, data from various open sources

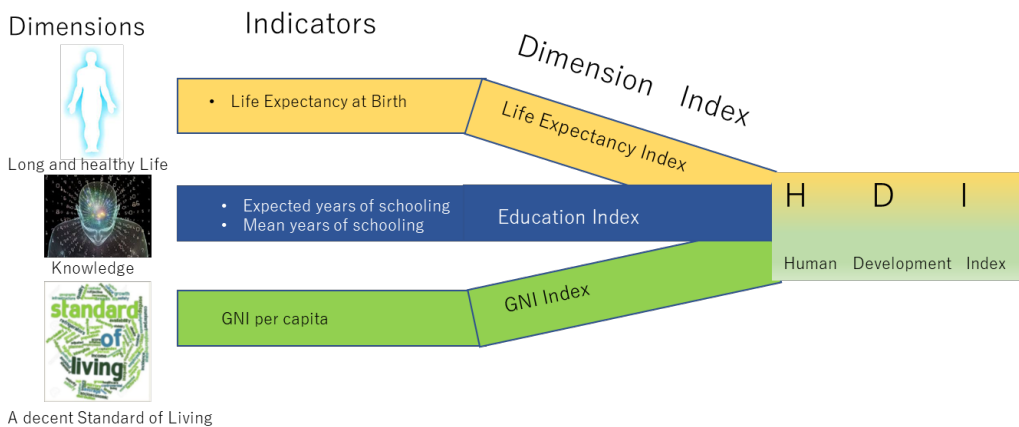
The fossil energy sources are named 'Energy from Hell'^[2] to imply its negative impact on environment and health of all living organisms including humans. The Renewable Energy sources are referred as 'Energy from Heaven' implying the benefits that the use of these energy sources give to the environment and all its inmates. Most of the states in the UN have agreed to reduce the use of fossil energy for development through energy saving, energy efficiency and use of renewable energy. Research and Development in new and renewable energy technologies have acquired greater momentum these days, especially in hydrogen as a fuel for high density industries and utilities. The shift from fossil fuel driven to renewable energy-based economy is expected to be completed by the end of this century. With the available technologies, renewable energy has to gain better access to areas of low energy use. India is setting an example for all developing countries by its renewable energy driven development programs especially setting an ambitious target of having 500 GW of installed renewable power by 2030. Renewable Energy Centre, Mithradham (Sanskrit, Mithra=Sun, Dham= Centre) in the state of Kerala, India, presents a micro model that could followed by families and institutions for use of renewable energy for sustainable development.

What is Development?

Development of a country was for many years measured in terms of the material assets of the country. The index of development was almost identified with economic growth. Gross National Product (GNP) and later Gross Domestic Products (GDP) became the index of development and social well-being. This skewed norm of development forced nations to use more and more polluting energy to achieve economic growth. Developing nations lost considerably in sustainable development in the race for increased GDP which laid axe on holistic sustainable development of human and other species. The Human Development Reports (HDRs) of United Nations Development Program (UNDP) have carried this message – that national income is insufficient to measure human well-being for a wide variety of reasons – into the 1990s and beyond: People are the real wealth of a nation. The basic objective of development is to create an enabling environment for people to enjoy long, healthy and creative lives. This may appear to be a simple truth. But it is often forgotten in the immediate concern with the accumulation of commodities and financial wealth ^[3].

In 1990, the UNDP revised the development theory, measurement, and policy by the publication of its first annual HDR and the introduction of the Human Development Index (HDI). HDI is a summary measure of average achievement in key dimensions of human development: a long and healthy life, acquired knowledge and standard of living and it was accepted as a credible index of sustainable development.

Sustainable Development Index ^[4]

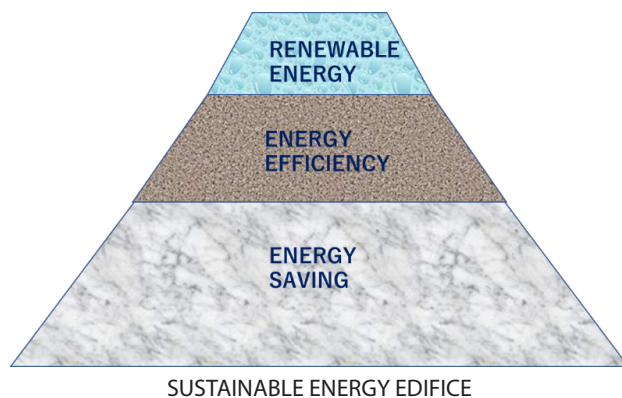


[Source: <https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index#/indicies/HDI>]

Although HDI is considered as a reasonably good index of development, its dimensions and indicators mostly refer to the present generation. Sustainable development has another important section to consider, that is the future generation. This part is taken care of in the 1987 United Nations report of the World Commission on Environment and Development. The report “Our Common Future”, commonly called the Brundtland Report defines, “Sustainable development is development that meets the needs of the present,

without compromising the ability of future generations to meet their own needs.”^[5] Another important aspect of sustainable development is the development of all nations. The developed industrial nations have achieved development through the use of mostly fossil fuels. The developing nations tend to follow the path of the developed nations to achieve fast development by the utilization of fossil energy. Developed nations are handicapped because of their history of fossil route development to influence developing countries to take the sustainable energy path for development without using fossil fuels. The only and acceptable ethical solution to the situation is to support the developing nations to establish sustainable energy economy through transfer of new and renewable energy technologies and knowhow of the developed nations. A third very important aspect of sustainable development, which is often not highlighted, is the development of the environment which consists of numerous living organisms which have taken important link in the evolutionary chain. These organisms are fully dependent on environment. Their existence is so vital to human existence as well as to the continuity of the evolutionary process for many more years to come. The excess use of fossil energy by humans for development has already destroyed many of these vital organisms. Many are pushed to the edge of extinction. The population of those agriculture productivity catalyzing agents like bees is fast diminishing. Scientists all over the world have raised alarm in this matter. To take evolution forward in the positive direction it is not enough just to protect environment. As an intelligent being man has to enrich the environment by his planned intervention.

Sustainable development needs sustainable energy. The bottom two stories of the sustainable energy edifice are energy saving and energy efficiency. These two spaces are more important and need less economic resources to build.



The entire edifice is used by many of the 17 UN Sustainable Development Goals – from expanding access to electricity, to improving clean cooking fuels, to reducing wasteful energy subsidies, to curbing deadly air pollution around the world and for many more human activities for development. On detailed observation we find that all the development goals in fact are directly or indirectly connected, set in a sustainable energy scenario. This also clearly expressed in the document presented as a forward-looking summary of the High-Level Dialogue on Energy by the Secretary-General. “Energy is central to both achieving the 2030 Agenda for Sustainable Development and the Paris Agreement on climate change. SDG 7, which calls for “ensuring

access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all” to be achieved by 2030, represents the first-ever universal goal on energy. It includes targets on ensuring universal access to affordable, reliable and modern energy services, significantly increasing the share of renewable energy in the global energy mix, and doubling the global rate of improvement in energy efficiency. Achieving SDG 7 will catalyze action to combat climate change and attain many other SDGs, including on poverty eradication, gender equality, climate change, food security, health, education, sustainable cities and communities, clean water and sanitation, decent jobs, innovation, transport, and refugees and other situations of displacement.” [6]

Energy Needs of Development of Developing Countries

For analytical purposes, the World Economic Situation and Prospectus (WESP) classifies all countries of the world into one of three broad categories: developed economies, economies in transition and developing economies.

What is a developing Economy /Country: The commonly held criterion to divide countries into the developed and developing are presented in the chart below.

VARIABLES	DEVELOPED COUNTRIES	DEVELOPING COUNTRIES
Meaning	A country having an effective rate of industrialization and individual income is known as Developed Country.	Developing Country is a country which has a slow rate of industrialization and low per capita income.
Unemployment and Poverty	Comparatively Lower	Generally Higher
Rates	Infant mortality rate, death rate and birth rate is low while the life expectancy rate is high.	High infant mortality rate, death rate and birth rate, along with low life expectancy rate.
Living conditions	Good	Moderate
Generates more revenue from	Industrial sector	Service sector
Growth	High industrial growth.	They rely on the developed countries for their growth.
Standard of living	Generally Higher	Comparatively Lower
Distribution of Income	Equal	Unequal
Factors of Production	Effectively utilized	Ineffectively utilized

Criteria for classification of developed and developing countries: Table data from open sources.

From the chart given, it is clear that the areas that a developing country should focus to reach the developed status are setting up industries, increase per capita income, create employment for the citizens, decrease

infant mortality rate, death rate and birth rate increasing life expectancy rate, create better living conditions, expand service sector, educate and train citizens to start relevant industries, implement laws and regulations for reducing the disparity in the income earned by citizens and effectively use the resources of the land for production of value added products. To achieve all the above goals for development energy and income are the most fundamental requirements.

Reasons for low per capita income and Growth: The major reasons for low per capita income and growth are due to low rate of saving and capital formulation, shortage of skilled and educated workers, lagging technologies and know-how, high population growth and lack of favorable political well.

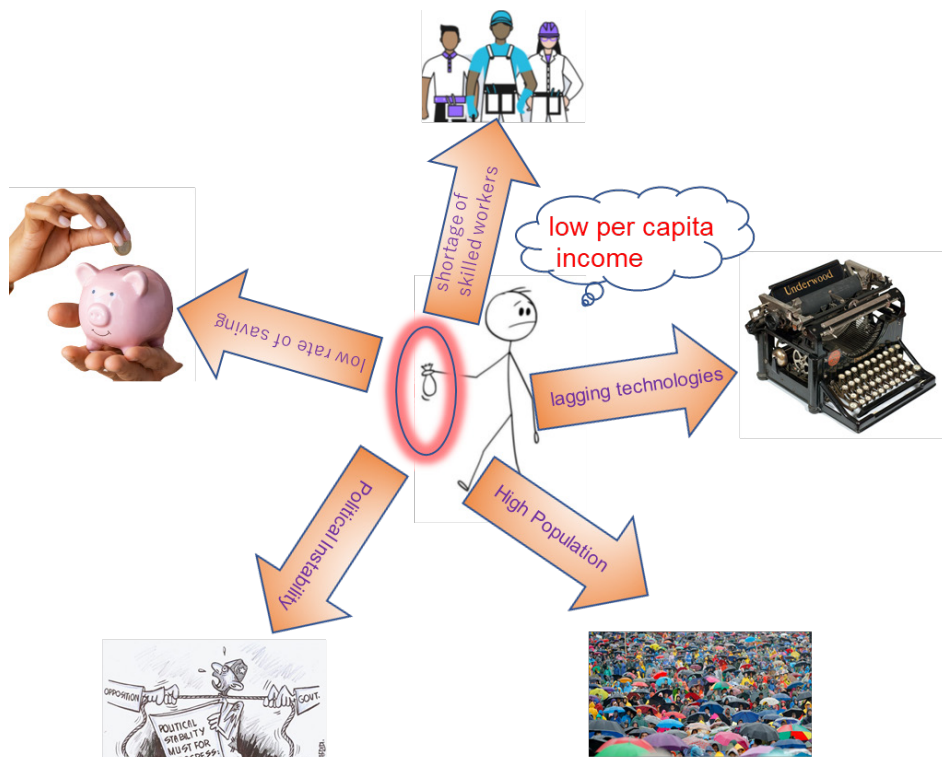


Diagram created by the author from open sources materials

1. **Low Rates of Saving and Capital Accumulation:** The key to economic growth is the accumulation of capital such as roads, structures, bridges, equipment, and vehicles. Capital accumulation depends on saving.
2. **Shortage of Skilled and Educated Workers:** Human capital is as important as physical capital for the productivity of workers. Educated and trained human capital also demands sufficient infrastructure, trained educators. At least 1.6 billion people—one-fourth of the world's population—currently live without electricity in the developing countries. The children are forced to study under kerosene lamps inhaling carbon compounds during

study hours at night. Education is serious in danger for such children.

3.: Lagging Technologies and Know- how

Production methods in developing countries are often old-fashioned. The use of traditional technology is related to a lack of capital and a poorly informed and trained workforce. The problem is particularly acute in agriculture, where the use of more modern cultivation methods can result in enormous productivity gains that would free labour for use in industrial activities and generate an exportable surplus of food. The machineries, if at all used in agriculture sector, are energy inefficient and cause pollution to the nature.

4. High Population Growth:

Medical advances in many developing countries have reduced the death rate while the birth rate remains high. The rate of population growth in many of these countries that is often as much as 10 times the rate in typical industrialized nations. The higher number of young populations in developing world also result in increased unemployment. In developing countries due to this young population go to cities in search of jobs and basic requirements, congesting cities which has led to the creation of slum areas in big cities.

5. Lack of Favorable Political Will.

Many developing countries experience political instability. Political insurgency and civil war are common in many nations of Africa, Asia and Central and South America. Governments sometimes pursue policies that are helpful in the short term to meet the immediate needs of the population to avoid unrest. Price-control policies may keep food prices and prices of other basic goods low, but affect farmers and producers due to which they stop production. Investment in long term energy technologies is often delayed or completely ignored.

Means to Increase income and other growth Variables.

The two legs for the growth and forward movement of any country are,

A) Natural Resources and B) Human Resources of the country.

Natural Resources for Development

Many developing countries are blessed with fisheries, forests, wildlife and nature-based tourism, soil productivity, water security, minerals, and renewable energy. They are all key natural resources which, if effectively managed, can contribute to sustainable growth. While some of these resources are known to us, there are many unknown resources too. In most of the countries the unknown resources are considerably greater than the known resources. The natural resources accounts for an estimated 26% of total wealth in low-income countries and 13% of wealth in middle-income Countries. Natural resources underpin the livelihoods of many among the poorest. The poor are often highly dependent on “common property” natural resources, which include fallow fields, forests, fishing grounds, pastureland, and wetlands, for

their livelihoods ^[7]. In India, it has been estimated that common property resources provide about 12% of household income to poor families.

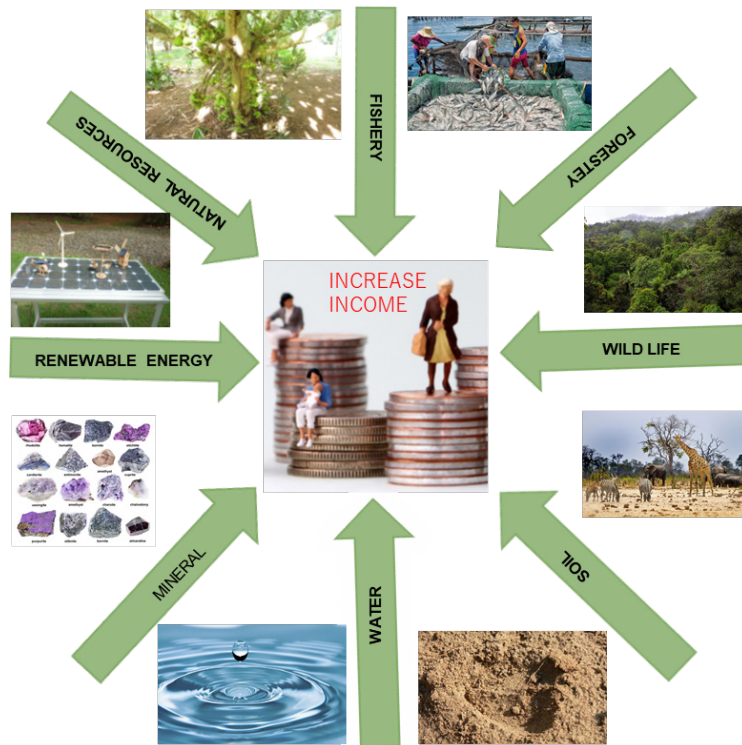


Diagram created by the author from open sources materials.

1. Efficient Use of Natural Resources

Natural resources generate a wide range of positive externalities at the local, national and global levels. In addition to goods, natural resources produce services; for example, water filtration and purification services provided by wetlands or regulations of water cycles provided by watersheds. Local or national-level natural resource services include, for example, the soil stability provided by upstream vegetation in a watershed, which contributes to the good functioning of downstream water supply, irrigation or hydro-electric facilities. Global level services include carbon sequestration by forests or soils, which helps mitigate climate change. Policy makers of developing countries as well as development co-operation agencies can play an important role in promoting political change to support natural resource management for growth.

2. Fisheries

Fisheries are an important source of wealth for many coastal and island developing countries. With about 95% of the world's 35 million fishermen living in developing countries, fisheries provide a critical source of food for millions. Internationally traded values in fish products from developing

countries far exceed all other export commodities, and some countries generate up to 30% of their fiscal revenues through fisheries.

Fish stocks in many coastal areas of the developing world are severely threatened by overfishing. Institutional weaknesses, lack of capacity for effective policy implementation, as well as the migratory and open access character of fish resources underlie overexploitation. To reconcile the joint objectives of growth, poverty reduction and the safeguarding of the fishery resource, effective resource management is needed. Several political and management challenges in the fisheries industry, including illegal and unreported fishing, have to be addressed. Additionally, difficult choices on potential tradeoffs between large-scale industrialized fishing and local small-scale fishermen have to be made, and more public revenues from fisheries have to be generated. Notwithstanding these challenges, with improved management fisheries can contribute increasingly to pro poor growth, as several countries have shown.

3. Forestry

The forest industry is a major source of growth and employment. In many countries, the sector contributes more than 10% to GDP and provides formal and informal employment in developing countries for an estimated 40 to 60 million people. Developing countries also rely on timber for export earnings. Over 90% of the people living in extreme poverty depend on forests for some part of their livelihoods. But global forest cover has been reduced by at least 20% since pre-agricultural times. While forest area has increased slightly since 1980 in industrial countries, it has declined by almost 10% in developing countries.

Natural forests, as distinct from tree plantations, are valuable resources that are under state ownership in most countries. But weak enforcement of forest management regulations and large-scale corruption limit the potential of forest for poverty reduction in many states. Better institutions are needed both for ensuring the long-term sustainability of the forest sector and for the purposes of improving revenue capture by the state. There are positive experiences in South Asia, Latin America and Africa from which lessons can be learned.

4. Wildlife and nature-based tourism

Wildlife plays an important safety net role for many poor people. It provides food, fibre and medicines – but it can also be a source of wealth creation. An estimated 150 million poor people (one-eighth of the world's poorest) perceive wildlife to be an important livelihood asset. Nature-based tourism holds high potential for wildlife-based economic growth. It is one of the fastest growing segments of the global tourism industry, and one of the few export/service sectors in which poor and developing countries have a clear comparative advantage as a result of their often-rich natural resource base.

5. Soil productivity

Soil productivity is essential to agricultural growth, food security and support of the livelihoods of the poor. Agriculture is the major engine of economic growth in most developing countries, and growth in agriculture is particularly effective in reducing poverty. Low-income countries have the highest share of agriculture in GDP (typically, around 30%), as compared to less than 4% in high-

income countries. Furthermore, a 1% increase in agricultural GDP leads to a 1.6% increase in the per capita income of the poorest fifth of the population. Additionally, the agricultural sector has to meet the food needs of an additional 1.7 billion people over the next 20 years. But pro-poor growth and food production are at risk from severe soil degradation.

Soil degradation has reduced agricultural productivity by 1% to 9% in Africa. More than 16% of the cropland and drylands in low-income countries have been degraded moderately or severely, primarily through soil erosion, nutrient depletion and salinization. Soil degradation ranks among today's greatest environmental challenges. Considering the enormous cost of soil degradation, investment in improving soil fertility is remarkably low for a variety of reasons related to tenure, access to credit and markets, and fiscal and trade policies.

6. Water security

In many of the world's poorest countries, there is often a strong correlation between rainfall variability and GDP performance. The importance of the contribution of water resources to growth lies in the irreplaceable role of water for drinking and washing in the daily lives of every human being as well as in its role as an input into other sectors such as (irrigated) agriculture, energy and industry. While developed countries have managed to harness water resources to sustain economic development through investments in institutions and infrastructure, developing economies are often challenged by marked climate seasonality, variability and/or rainfall extremes, while capacity, institutions and infrastructure to manage and mitigate these potentially major challenges are generally inadequate. There is a re-emerging consensus that water resources development and management are essential not only for human well-being but also to generate wealth, mitigate risk, and alleviate poverty. Many developing countries will need to make large investments in water infrastructure at all levels. Furthermore, greater attention must be paid to institutional development, to the environment and to a more equitable sharing of benefits and costs.

7. Minerals

The mineral industry extracts non-renewable resources. To create and sustain wealth in the long term, mineral resources have to be converted into other forms of capital (human, social, financial and manufactured) and more sustainable livelihood opportunities. Mining is an important source of growth, government revenues and foreign investment in many developing countries. The sector employs an estimated 22 to 25 million people worldwide, most of whom are abjectly poor. It includes those working in the artisanal and small-scale mining operations in developing countries. Furthermore, the economic importance of the sector is increasing. With the global energy transition on the rise, there's an increasing demand for these minerals, providing a unique opportunity for mineral-rich developing countries to boost their economies and achieve multiple sustainable development goals. [8] [2023 ECOSOC Financing for Development Forum: Domestic resource mobilization through trade: adding value to critical minerals in developing countries while supporting the energy transition]

Effective regulation and rigorous environmental and social safeguards are needed to realize the

potential of mineral wealth for pro-poor growth. Both OECD and developing countries have shown how well-governed mineral wealth exploitation can power development.

8. Renewable Energy

Renewable energy sources are freely distributed in nature for all the countries. They can play a key role in providing a more sustainable, equitable and secure energy supply for sustaining pro-poor economic growth and supporting the achievement of the MDGs. Access to energy is one of the keys to development and economic growth, as it provides light and heat, and powers productive and reproductive uses and telecommunications. But current energy systems are unable to provide energy to all people in a sustainable and affordable way. It is estimated that 1.6 billion people do not have access to modern forms of energy, most of them living in rural areas in developing countries, far from centralized energy systems. Hence recognition is growing that new sources and patterns of energy supply and consumption, in particular forms of decentralized renewable energy, are needed to move toward greater sustainability.

B. Human Resources for development

“Efficient human resources are prerequisite for economic development. Human resources are the driving force of a country’s development. If the country’s population is illiterate and inefficient, then its progress is not possible. In the west, look at different developed countries; we see that the manpower of all the countries is educated and skilled. Countries which have been able to convert the population into literate, progressed economically and overall development was possible. So there is no alternative way to develop any country except human resource development.”¹⁸¹



Development is proportional to human resource efficiency. Diagram: Credit to the Daily Observer

The efficiency of human resources could be made more efficient by

1. Improving the quality of human resources: The quality of human resources can be improved through education. This helps them acquire the necessary skills that can be used to work for development of the country.
2. Proper placement of human resources: The human resources can also be used efficiently when the right people are assigned to the right jobs. People must be placed in areas they have been trained to work. They can make good use of their skills when they are assigned to their right duties.
3. Supervision and motivation: Workers must be provided with the needed supervision in order to get good results. They must be supervised by superiors who have more experience in the work. These people will correct them when they go wrong and this will help them learn more. The workers must also be motivated with prizes, bonuses etc in order to push them to do more.
4. Formulating effective policies for human resources utilization: Good and effective policies must be made for an efficient use of human resource in the country. The government must make policies that will help local businesses and entrepreneurs. The country must be favourable for business people in order for more people to invest into the local businesses.
5. Using appropriate technology: The use of appropriate technology will help the trained and skilled people to efficiently deliver their duties. They cannot deliver well when they are not allowed to work with the right technologies.

Energy Needs of the Developing Countries

According to the IMF definition, there are 152 developing countries with a current population of around 6.77 billion. At 85.49 percent, this is a considerable proportion of the world's population. It includes the whole of Central and South America, the whole of Africa, almost all Asian countries and numerous other island states. The International Energy Agency (IEA) estimates that about 733 million people live without access to electricity, and about 2.4 billion people use unclean fuels for cooking ^[9].

Energy is very fundamental for the development of developing countries. It is required for development of material and human resources. Energy use is also one of the indexes of the progress of a country. Developing countries are always in ardent pursuit of economic and social development. To meet basic standards of living most of these countries are estimated to require 15 to 40 gigajoules of energy per capita. These countries need energy for various needs such as;

1. To supply energy in remote regions where it has not reached so far
2. To supply the energy for development to the level of a developed nation
3. To provide necessary infrastructure for development.
4. To provide employment
5. For value addition to the local resources
6. To produce energy and export energy for income

7. To develop the necessary skills and efficient technology

Most of the developing countries are now using fossil energy to support their local consumption of goods and services, and they are looking to even significantly larger levels of energy use going forward to power further economic and social development. The local consumerism is driving the need for more supply in these countries. Helping them to procure this additional energy in an efficient and sustainable manner is one of the pillars of the energy-for-development effort, one that will grow in importance as the absolute amount of demanded energy grows.

Huge energy spending is needed to produce the raw materials and its machinery. New and renewable energy technologies cannot at present provide the required energy for these. Hence, in spite of ardent interest to utilize renewable and non-polluting energy sources, the countries are not able to meet the developmental needs with these energies. Meeting the basic needs of billions of people who still lack access to energy services while simultaneously participating in a global transition to clean, low-carbon energy systems is the major problem faced by developing countries.

Indian Energy Scenario ^[10]

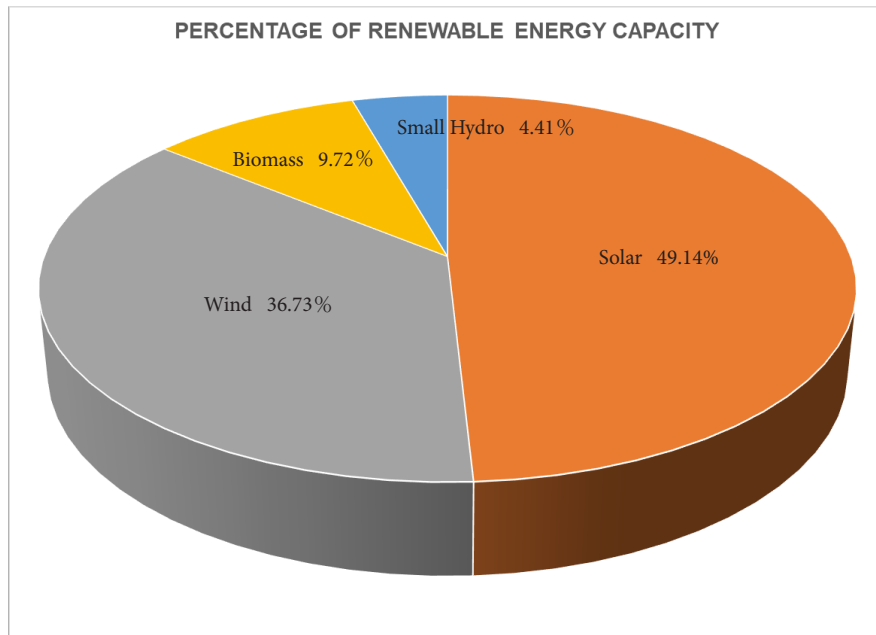
India has rich deposits of coal in the world. Total estimated reserves of coal as on 01-04-2022 were 361.41 billion tonnes. Total estimated reserve of lignite is 46.20 billion tonnes. The estimated reserves of crude oil in India is 651.77 million tonnes.

The estimated reserves of Natural Gas is 1138.67 Billion Cubic Meters. There is a high potential for generation of renewable energy from various sources like wind, solar, biomass, small hydro and cogeneration bagasse in India. The total potential for renewable power generation in the country is estimated at 14,90,727 MW This includes solar power potential of 7,48,990 MW (50.24%), wind power potential of 6,95,509 MW (46.66%) at 120m hub height, SHP (small-hydro power) potential of 21,134 MW (1.42%), Biomass power of 17,538 MW (1.18%), 5,000 MW (0.34%) from bagasse-based cogeneration in sugar mills and 2,556 MW (0.17%) from waste to energy.

The Installed Capacity in India

In India, there has been a thrust to increase installed generating capacity of power and to decrease the reliance on primary fossil fuels to cater to these needs. Generating and providing reliable power at competitive prices in a sustainable manner by optimizing the use of multiple energy resource with innovative eco-friendly technologies has been at the core of policy planning in India. The installed capacity of electricity generation is 4,70,000 MW. India's Energy mix has been seeing a shift from more conventional resources of energy to renewable sources. The total installed capacity of grid interactive renewable power is 1,09,885 MW. Out of the total installed generation capacity of renewable sources of power in 2022, installed capacity of Solar power including roof tops accounted for about 49.1%, followed by Wind power (36.7%) and Bio Power

& Waste to Energy (9.7%). However, in terms of growth rates year on year, Solar power installed capacity has a growth rate of 30.95% compared to previous year.



India's Energy Challenges and Solutions

Many challenges are faced by the developing countries and the international community. The challenges include, ensuring through national and international measure that energy is (a) accessible to households and industries; (b) affordable for all, especially the poor; (c) sustainably produced and consumed; and (d) available for promoting development locally and globally.

These challenges coupled with the imperative to mitigate climate change, i.e. "decarbonization" of energy generation and use by households and industries, further intensifies high volatility present in the international energy market, and thus impacts energy importers/exporters countries equally.

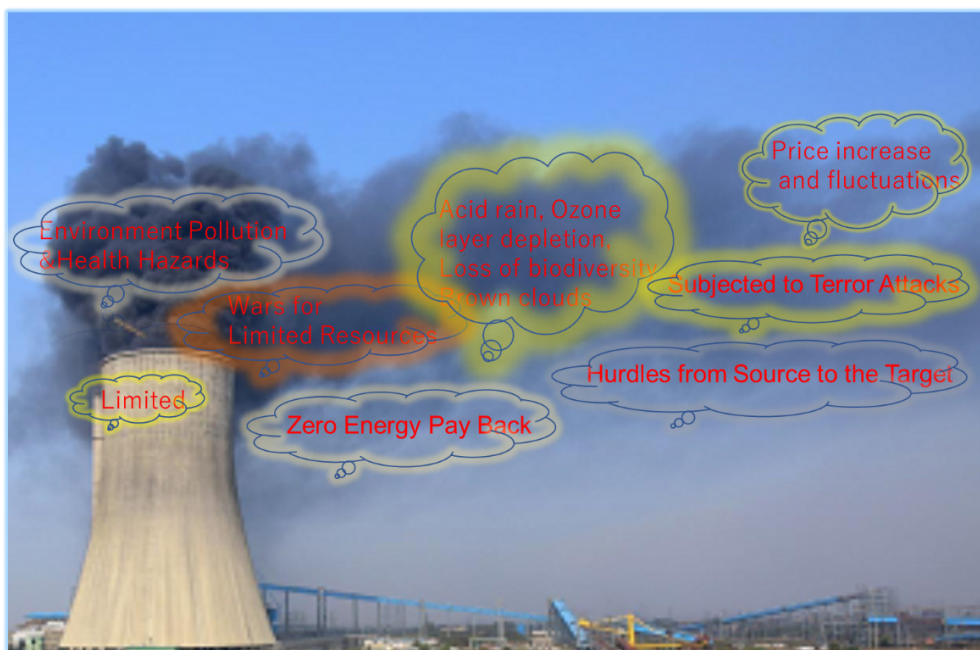
Countries need to encourage a more efficient management of energy resources, coupled with energy efficiency and accelerated growth of renewable and sustainable sources of energy. Energy policies in India in the recent years have been designed to address the country's growing energy deficit and to focus on developing alternative sources of energy, particularly solar, wind, biomass and small hydro energy. India has been focusing on reducing its dependence on energy imports and diversifying its energy basket.

Use of Fossil Energy for Development is Detrimental for the World.

Use of fossil energy for development is suicidal for the developed and developing countries alike due to a multiple of reasons. The evolutionary limitation is the most compelling reason to avoid fossil fuels for

development. It is undisputedly proven that environment pollution is due to the use of fossil energy for fast development and the required trait to adapt to the environmental pollution are not in human gene pool. Slow reproductive capacity for humans may limit his ability to adapt (take thousands or millions of years to adapt) to the environmental changes.

When faced with the fast and short period change in environmental condition, human population can perish. Most generations without trait would have to die in order for the trait to predominate and be passed on. The world has now passed through a phase of growth for the last two hundred years powered by fossil energy. Starting with human muscle power, the power for growth came from animals, biomass. Man’s search for condensed sources of energy landed him at the shores of coal, gas and oil in a geometrical sequence during a short period. Fossil energy was the fuel for man’s search for development and happiness from deep down the ocean to far beyond the sky. It still fuels the best machines, the world politics and economy. The fossil power that drilled the path for progress through seemingly unsurmountable mountains of problems is now victimizing their inventors and custodians, spewing catastrophes threatening their very existence. Any fuel that threatens the survival of the living organisms cannot be a fuel for progress. In a virtual address entitled “The State of the Planet,” at Columbia University in New York, The UN secretary general António Guterres said, “Humanity is waging war on nature. This is suicidal. Nature always strikes back – and it is already doing so with growing force and fury. Biodiversity is collapsing. One million species are at risk of extinction. Ecosystems are disappearing before our eyes ... Human activities are at the root of our descent toward chaos. But that means human action can help to solve it.”^[11]



Limitation of Fossil Fuels: Diagram created by the author from open sources.

Limitations of Fossil Fuels

1. Fossil fuels are limited energy resources: Majority of the scientists and analysts predict the life of coal to be nearly 150 years, oil and gas nearly 50 years. This means that fossil energy is not a dependable source of energy for the future.
2. Environment pollution & Health hazards: Pollutants in the environment or climate-related events can have a massive impact on our health. Air and noise pollution, and heavy metals like mercury are directly related to health issues like asthma, hearing loss, dehydration, and heart diseases.
3. Unforeseen Phenomena: Unforeseen phenomena, such as acid rain, ozone layer depletion, loss of biodiversity and brown clouds have far reaching consequences to Earth and its organisms. Acid rain, or acid deposition, is a broad term that includes any form of precipitation with acidic components, such as sulfuric or nitric acid that fall to the ground from the atmosphere in wet or dry forms. This can include rain, snow, fog, hail or even dust that is acidic. Ozone Depletion occurs when chlorine and bromine atoms come into contact with ozone in the stratosphere, and destroy ozone molecules. One chlorine atom can destroy over 100,000 ozone molecules before it is removed from the stratosphere. Ozone can be destroyed more quickly than it is naturally created. Loss of biodiversity refers to the decline or disappearance of biological diversity, understood as the variety of living things that inhabit the planet, its different levels of biological organization and their respective genetic variability, as well as the natural patterns present in ecosystems. Atmospheric brown clouds are caused by emissions associated with the combustion of fossil fuels and biomass. The brown color of the clouds results from the absorption and scattering of solar radiation by black carbon, fly ash, soil dust particles, and nitrogen dioxide.
4. Price increase and fluctuations: Price increase and fluctuations leading to financial hardships in day to day life, inflation of the economy, social disturbances, loss of working days, decrease in productivity and social unrest. Although the fossil energy price is inclined to fluctuations depending on the world market dynamics, all scientific data shows a continuous average increase of price of fossil fuels throughout its history.
5. Zero Energy Pay Back: The Energy Payback Time (EPBT) is the amount of time it takes for an energy system to generate the amount of energy equivalent to the amount that took to produce the system. The energy pay back period of wind energy is estimated to be 3 to 12 months, solar energy 5 to 15 months, geothermal energy 7 to 10 months. On the other hand, since fossil fuels are to be permanently pumped to work the fossil energy system, the pay back is zero. Centralized and concentrated power production: The centralized power production leads to high investment for transport to the user, is subjected to terror attacks and high investment in security. The failure of power production harms large section of the society.
6. Wars of Limited Resources: The fossil fuels, besides being limited, are in great demand in a fossil driven world economy. Power equation works in favor of countries that possess and controls fossil fuels. This often leads to fight for control of power. Recent history of the world offers ample instances

of such wars and related hazards from various countries and its people and the world population as a whole.

7. Hurdles from Source to the Target: The fossil fuels reach the end user through many controls. Starting from the control of the countries that possess the sources, the fuel trajectory should pass through the control of the drilling companies, transporting corporations, the distilleries, the local transport agents and finally through the local distributors reach the end user. If any of these mobility gates are closed due to some reason, local or global, the fuel flow to the end user will be affected causing hardships, loss of money and time.

Time for an Energy Revolution

Evolutionary forces are active at all human spheres of activities. The natural mechanism is such that the evolutionary process is always positive, leading to better organisms and systems. Evolution should continue in the positive direction in energy technologies too. New energy sources less harmful for nature and life should take the place of the old fossil energy. Ahead is the time for an energy revolution which has already started and is accelerating. Every one can take part in this revolutionary movement for a green energy based, sustainably developing society. The participation in this very vital movement could do done from where we stand. Whatever be the field we are engaged in, we can support. As a single individual, we can engage in this revolution by practicing a sustainable life style, one could be active in politics and motivating people to vote for parties that favor sustainable development, or being in parliament/legislative bodies provide legal framework for sustainable development. Education for sustainable development is an important area for educators, because education is the basis for positive development. All mainstream religions have environment and development as their purpose and most of the religious groups attribute a certain degree of divinity to light, heat and their source The Sun. Sun is also the fountain of renewable energy and all developments. Industry could support sustainable development by using green energy sources for their energy needs and producing eco-friendly products. Development organizations, Communication media, Cultural organizations, corporates and Non-governmental organizations can all be part of this movement.



Diagram created by the author from open sources materials.

Renewable Energy Centre, Mithradham- Sustainable Development Model using Renewable Energy.

Renewable Energy Centre, Mithradham, is an educational institution in the non-formal sector, established in Kochi, Kerala, India has dreamt of sustainable living for a group of 30 people as early as 1996. It is the first fully renewable energy-run institution in India, dedicated to the promotion of environment and renewable energy. Full functioning of the Centre started on 2nd October, 2000, as a millennium project under the Rajagiri Institutions. Mithradham is attempting to take the spirit of Mahatma Gandhi, the Father of modern India to the 21st century of science and technology. The Centre presents a sustainable development model for about 30 people by becoming self-sufficient in energy, food and waste management providing important renewable energy life vision.

Energy Self Sufficiency



5 Kw Solar Power Plant Installed in Mithradham (1999)

The energy required for the Centre is produced by nearly 8 KWp solar power station supported by a 300w wind generator. Solar cookers, biogas plants, and hot water systems are intended to provide the necessary thermal energy for cooking and hot water. A solar tunnel dryer unit provides energy for drying and processing of agriculture products from the land around the main building. Water pumping from a deep well is carried out by a solar deep well pump which pumps water to an overhead tank during day time. Energy efficiency is also an important component of energy self-sufficiency practiced at the Centre.

Food Self Sufficiency



Agricultural Land of Mithradham for production food items

The Centre is situated in a three-hectare agricultural land in the premises of which contain cash crops like coconut, pepper and nutmeg together with vegetables, fruits, spices and tubers. Although the land is at present not producing food for the 30 people to satisfy the dietary habits of the region, the necessary ingredient for nutrition is obtained from the items like fruits, berries, nuts, green vegetables, legumes, tubers

etc. growing at the Centre. Grains, poultry, fish and dairy are yet in the experimental stage. Self-sufficiency in food has yet to be fully realized but the Centre is on this path.

Waste Management



Waste Management Biological Method: Waste Management, Root zone Method

The waste produced at the Centre is minimized by proper and efficient use of materials. All the left overs from various activities are separated, collected and are recycled. The bio-waste is utilized for animal food or for composting. The Centre also presents some models for value addition and reuse of plastics waste. Various model projects for home and small establishment for the efficient handling of waste by value addition are taken up by the Centre.

Renewable Life Vision

Renewable Energy Life Vision Implied in the emblem of Mithradham

YIN -YANG (Black-White) is a Chinese philosophical concept that describes opposite but interconnected forces. Yin represents shadows, feminine energy, and generally the more mysterious side of things. Yang represents the sun, masculine energy, and things that are more out in the open. Renewable Energy Life Vision is the life vision based on Yin-Yang / if put into practice brings one experience renewed happiness.

Yin	Yang
Black	White
Night	Day
Art	Science
Faith	Reason
Sweet	Sour
Female	Male
Soft	Rough
Pain	Pleasure

THE EMBLEM OF MITHRADHAM

Complementarity of Apparently Opposite Realities.
 Pain is essential to the experience of Pleasure.
 In life, do not Run Away from Pain.
 When you welcome Pain, The Pain will run away.
 THE WAY TO BE ALWAYS HAPPY IN LIFE

Diagram created by the author from open sources materials.

Over and above the technical aspects of renewable energy, a renewable life vision is presented through the lifestyle promoted at Mithradham. Evolving with time and maintaining simple, efficient and transparent lifestyle by all concerned, Mithradham aims at presenting a fulfilling life suited to all people. Variety and diversity are encouraged while keeping the goal of life in mind. Pain and pleasure though apparently opposite are seen as complimentary elements of successful and happy life and hence are equally good and acceptable in the renewable life vision. Mithradham would like to see many more of such sustainable developmental models of families and institutions in our country in the spirit of the father of our Nation. All the above aspects are included in the national and international training programmes, one day visits, study tours, block training programmes, seminars, workshops and various other programmes and projects undertaken by Mithradham every year. Mithradham model has to be replicated worldwide.

Mithradham presents a working, educating and training model for sustainable development. Any one from any part of the world can learn from the experience of Mithradham, to start such sustainable institutional and individual model taking into consideration regional and local factors. People of reputation in environment and renewable energy who have been associated with Mithradham, are unanimous in this matter. "Mithradham demonstrate that economy, ecology and energy function successfully for a sustainable society in an internationally connected network", remarked, Guenter Oettinger, Former European commissar for Energy." The Uniqueness of this institution is its holistic approach towards the use of energy and resource ^[12]. Dr. Hermann Scheer, Alternate Nobel Laurate. Going back is not the answer for all the problems faced by modern man; going forward with 'innovation and inspiration' is the only sustainable solution for before him.

Conclusion

We have been analyzing the topic of SDG 7 Energy from a global to local level. Global need of energy for development and in particular the need for energy of all developing countries are highlighted. The earth and all its organisms evolved using the energy from the Sun for million of years. The evolution was slow and steady taking human from hunting and collecting stage to farming and later to industrial stage. Man began to use condensed energy from fossil fuels stored deep beneath the surface of earth for fast industrial development. In this process the environment is polluted. Pollution level reached staggering levels and brought about many maladies small and big. Climate change and health problems caused life for millions of all age group. His search for development and happiness lost the way and landed in unfamiliar arid land of pollution, death and desolation. Developing countries who followed the developed countries through a fossil energy fast track were put in greater danger. Thinkers, activists and decision makers looked for way out. The new and renewable energy sources showed an alternative sustainable path for development. ^[13] Using renewable energy technologies, developing countries gain the advantage of not climbing the fossil energy mountain to achieve progress like the developed countries of the fossil era. They are in a position to drill through the mountain with use of renewable energy and achieve sustainable development in par with the developed countries with less pollution. India is on fast track development of renewable energy

technology with a target of 500 GW of renewable energy by 2030. India is also encouraging all institutions to take up the renewable energy development path. Renewable Energy Centre Mithradham in India is the first fully renewable energy based educational institution in India dedicated to environment and renewable energy and is model for sustainable living. The recent publication by authors “Global Development: SDG 7: Energy”^[13], shows the educational module on how to promote SDGs Goal 7. Renewable Energy is Inevitable for Sustainable Development.

References

- [1] <https://www.theworldcounts.com/challenges/climate-change/energy/global-energy-consumption>.
- [2] George Peter, Rosemarie Zaiser, “Energy from Hell to Energy from Heaven”, Gotha Druck, Gotha Germany (2010)
- [3] Human Development Report 1990: Concept and Measurement of Human Development (1990<https://hdr.undp.org/content/human-development-report-1990>)
- [4] <https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index#/indicies/>
- [5] United Nations General Assembly (1987) Report of the World: Commission on Environment and Development: Our Common Future Archived 31 March 2022 at the Wayback Machine. Transmitted to the General Assembly as an Annex to document A/42/427 – Development and International Co-operation: Environment.
- [6] “Global Roadmap for Accelerated SDG7 , Action in Support of the 2030 Agenda for Sustainable Development and the Paris Agreement on Climate Change”, www.un.org/sites/un2.un.org/files/2021/11/hlde_outcome_-_sdg7_global_roadmap.pdf.
- [7] Natural “ Resources and Pro-Poor Growth: The Economics and Politics” – OECD library, <https://www.oecd-ilibrary.org>
- [8] Md Atikur Rahman “Efficient human resources are prerequisite for economic development”, The Daily Observer, Tuesday, 9 October, 2018
- [9] [International Energy Agency Database. Available online: <https://www.iea.org/news/covid-19-slows-progress-towarduniversal-energy-access>]
- [10] Government of India, Ministry of Statistics and Programme Implementation, National Statistical Office, <https://www.mospi.gov.in/>
- [11] <https://earth.org/humanity-is-waging-war-on-nature>
- [12] George Peter, Rosemarie Zaiser, “Energy from Hell to Energy from Heaven”, Gotha Druck, Gotha, Germany (2010).
- [13] Puthenklam, John Joseph, et al, “Global Development: SDG 7: Energy”, Sophia and St. Teresa’s Publishing, Kerala, 2023.

脱炭素に向けた地域住民の意識調査： 奄美大島瀬戸内町におけるアンケート調査に基づいた事例研究

山岸 友理・鈴木 政史

要旨

2050年カーボンニュートラルの目標に向けて脱炭素の動きが加速する中で、自治体における脱炭素の推進は早急に取り組まなければならない課題である。地域の中で脱炭素を推進する上では、地方自治体が積極的に現状を俯瞰しつつ、事業者や住民等のステークホルダーと密接に協働する事が重要となる。奄美大島の最南端部に位置する瀬戸内町は2021年7月に「ゼロカーボンシティ宣言」を公表した。この宣言では今後の二酸化炭素排出ゼロを目指すと同時に2030年度までに2013年度比40%の温室効果ガス排出量削減と世界自然遺産にも認定されている豊かな自然環境や稀少生物の保全・保護が目標として掲げられている。本研究では、瀬戸内町におけるゼロカーボンシティの目標達成に向け、現状を把握するために瀬戸内町の町民に対する意識調査を実施した。再生可能エネルギー設備の町内導入に関して、電力の安定供給や景観、騒音に対する懸念はあるものの、賛成派が多いことが明らかとなった。特に風力発電の普及については約70%が賛成派だった。一方で再生可能エネルギーを導入する際の弱みとして資金不足や人材・情報不足という意見が多く、町民の合意形成に向けた課題やエネルギー利用意識や行動に関する課題も浮き彫りとなった。

Understanding perceptions of citizens toward decarbonization: A case study based on survey in Setouchi Town in Amami-Oshima, Japan

Yuri Yamagishi, Masachika Suzuki

Abstract

In the time of the global target set to move forward to carbon neutrality in 2050, it has become a key agenda to promote decarbonization among various local communities. The roles of the local municipalities as well as collaborations with key stakeholders in the local communities are essential in this effort. In July 2021, Setouchi Town in Amami-Oshima located in the south of Japan declared to reduce greenhouse gas emissions by 40% by 2030 to achieve carbon neutrality in the future. This study conducts a survey among local citizens about their perceptions toward the necessary transition toward decarbonization. With respect to the introduction of renewable energy, a majority of the surveyed citizens expressed positive opinions about it, while there are concerns among them toward stable electricity supply, landscape, and noise. In particular, approximately 70% of them have shown positive views to the introduction of wind power generation in the community. On the other hand, many have pointed out the lack of information and financial resources as well as human resources. These issues need to be addressed to move forward decarbonization in the community.

脱炭素に向けた地域住民の意識調査： 奄美大島瀬戸内町におけるアンケート調査に基づいた事例研究

1. 脱炭素の議論

近年、温暖化の影響により地球上の生態系の存続が脅かされており、その影響は世界各地で確認されるようになった。日本では2022年6月に東日本で1946年の統計観測以降トップとなる記録的な高温が観測され、同月の熱中症救急搬送患者数は過去最高を記録した（環境省，2023a）。さらに集中豪雨や台風など自然災害の増加や、農業・水産業での収穫量や漁獲量の増減、極度な気温上昇による熱中症患者の増加など、様々な場面でその脅威にさらされている（環境省，2019）。

このような問題を引き起こす原因の一つとなるのが温室効果ガスである。温室効果ガスは産業革命以降、人類の変革とともに大量に空气中に放出されてきた。しかし、1970年代頃から大気の仕事に関する研究が進み、過剰な生産活動による気候変動が問題視されるようになった。これに対して1997年に開かれた「第3回国連気候変動枠組条約締約国会議（COP3）」において京都議定書が定められた。議定書内では地球温暖化に関する施策を義務化し、会議に参加した先進国は温室効果ガスの排出量を2008年から2012年までの期間に1990年比で5%以上の削減が要求された。2015年には開催された「第21回国連気候変動枠組条約国会議（COP21）」にて史上初となる全196か国の条約参加国が参加するパリ協定が締結され、産業革命以降上昇し続けている世界の平均気温の上昇を2℃以下に抑える事や、1.5℃以下に抑える努力を追求する事が要求された。

日本では2020年10月に菅内閣総理大臣が所信表明演説にて、2050年までにカーボンニュートラルを目指す事を表明した。さらに翌年2021年4月には、上記の目標実現に向けた2030年目標が発表され、2013年度比で46%削減または50%削減の努力目標が掲げられた。

このような脱炭素化への動きが加速する共に、パリ協定が締結された2015年に合意された持続可能な開発目標（SDGs: Sustainable Development Goals）達成に向けた議論も進んでいる。SDGsにおいては脱炭素化に限らず先進国・途上国両方の経済的、社会的、環境的課題が網羅されている。さらに近年になり、脱炭素への動きとSDGs達成への動きの関係性（いわゆる脱炭素とSDGsのインターリンク）に注目が集まっている。脱炭素への取り組みが地域社会・経済へポジティブなインパクトをもたらす可能性がある一方、ネガティブなインパクトをもたらす可能性も存在する。

本論文は、第2章で国際的脱炭素の先進事例として鹿児島県沖永良部島及び沖縄県宮古島市の取り組みを紹介する。沖永良部島は、再生可能エネルギーの拡大に向けた島内電力循環システムの構築をしている。海に囲まれエネルギーや食糧を外から輸送する日本の縮図として、脱炭素の離島モデルを構築し本土にも生かすべく、脱炭素を利用しつつ島民の理想とする将来図を実現すべく奮闘している。一方、宮古島市は、2022年にはゼロカーボンシティを目指す事を表明し、循環型社会の島嶼モデル確立を目指している。第3章ではこれらの事例にみられるような脱炭素の取り組みが地域にもたらすインパクトを経済的インパクト、防災・減災、社会的インパクトの3つのインパクトに整理して示す。第4章では奄美大島瀬戸内町における事例研究の概要及び瀬戸内町の町民に対する意識調査アンケート調査の結果を示す。瀬戸内町は、世界的なカーボン

ニュートラルの動きを受け、2021年7月に「ゼロカーボンシティ宣言」を公表している。

2. 国内の脱炭素先進事例

2.1 鹿児島県沖永良部島の取り組み

鹿児島県の沖永良部島は奄美群島南西部に位置し、和泊町と知名町の2つの自治体で構成されている。面積は93.67km²で車であれば90分程度で島を一周できる程度の大きさだ。沖永良部島民は古くから台風の被害に悩まされていた。1977年には国内歴代1位となる907.3hPaの台風を観測し、全半壊戸数は島内の半数近くを占める4,108戸に及んだ(気象庁, 1997)。また、奄美群島に接近する台風の個数は年々増加傾向(気象庁, 2022)が確認され町民の暮らしや島内の産業を支える農業等への被害拡大が懸念されている。島内の電力や食料等の生活物資はほとんど島外より送電・運搬されるため、台風上陸時には町内の停電や断水、生活物資の不足など島の生活基盤を揺るがす甚大な被害がもたらされる。記憶に新しい2023年8月台風6号の上陸時は知名町内で2410戸が停電(南日本新聞, 2023)し生活物資を輸送する定期船は1週間以上欠航が続いた。

このような経験から島内の和泊町では2022年1月に、さらに同年10月には知名町において「持続可能な島・まちづくり」を目指してゼロカーボンシティ宣言が表明された。また、知名町及び和泊町は2022年4月に第1回脱炭素先行地域に選出され、環境省の積極支援の下で脱炭素の取り組みが進められている。脱炭素先行地域は2030年の中間目標及び2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、特に意欲的に脱炭素に取り組む地方公共団体として環境省に選出され、約5年にわたり人材・技術・情報・金銭等の支援を受ける事が出来る(環境省, 2023b)。

沖永良部島における脱炭素のメイン事業として、再生可能エネルギーの拡大に向けた島内電力循環システムの構築が挙げられる。現在、沖永良部島では島嶼部ならぬ課題に直面している。島内の電力は九州電力の内燃力発電所にて賄われており、再生可能エネルギーとの調整も同施設にて行われている。一般的に内燃力発電には最低出力量があり、この値を下回ると再度発電するまでに時間を要する事になるため、再生可能エネルギーによる発電量分の内燃力発電量調整には限界があり、現状以上の再生可能エネルギー導入は難しい。そこで沖永良部島ではこれらの課題を解決するために、島内に地域新エネルギー会社を立ち上げる構想を描いている。ここでは発電所と連動しながら毎日の発電計画を作成し電力の使用と制御を効率的に管理する「エネルギーマネジメントシステム(EMS)」や、再生可能エネルギー設備の発電量調整や蓄電、電力供給を行う「デジタルグリッドルーター(DGR)」を導入する事で島内の再生可能エネルギー供給拡大を試みる。さらに島内の発電所と連携を取りながら可能であれば売電を実施し、停電などの災害時にはマイクログリッドエリア内に電力を供給する事もできる仕組みである。

その他にも、EV普及に向けた公用車のEV化や、高校生向け通学手段の脱炭素支援事業としてサブスク型EVバイクの貸し出しも進められている。高校では再生可能エネルギーによる充電用電源を提供し、非常時の電源としても活用できるようにする仕組みだ。実際に2022年10月から2023年3月まで行われた実証実験時に利用した生徒の中には、ガソリンバイクとEVバイクの二酸化炭素排出量の違いについて自ら疑問を持ち、試算・検証するなど、脱炭素化だけでなく環境教育としての効果も確認されている。更に脱炭素推進の一環として、公用EV車用の電力を発電

する小型風車の実証実験や2023年12月完成予定の新庁舎のZEB化など様々な施策が講じられている。

本調査にあたりインタビューを行った沖永良部島知名町役場企画推進課 ゼロカーボンシティ推進室は脱炭素推進について「脱炭素をゴールとして捉えず、手段として利用すべき」と強調していた。実際に町内のゼロカーボン推進目標達成に向けた具体的な取り組みも、第一に町民向けワークショップを開催し、町民が描く未来の島の理想像を深めた上で、それらを実現する手段として温室効果ガスの排出削減に向けた取り組みを提案していた。このワークショップは、「脱炭素から考えない、島の未来づくり」をテーマに、を対象とした、島内の課題を整理するワークショップである。地域の脱炭素化について植田(2011)も地域の脱炭素化はその地域の発展を実現するものでなければならないと論じており、今後脱炭素社会の構築を考える上で「手段としての脱炭素」という捉え方が重要になるだろう。一方で現状として島民の意識改革には難儀を示しており、島民自身の目の前の課題を解決しつつ、いかに脱炭素化のような将来の準備を身近なものに出来るかが課題であるとは示唆していた。

以上のように沖永良部島では、四方八方を海に囲まれエネルギーや食糧を外から輸送する日本の縮図として、脱炭素の離島モデルを構築し本土にも生かすべく、脱炭素を利用しつつ島民の理想とする将来図を実現すべく奮闘している。

2.2 沖縄県宮古島の取り組み

宮古島は沖縄本土の南西に位置し、宮古島、池間島、来間島、大神島、伊良部島、下地島の6つの島々からなる都諸島の内の一つである。宮古島市がエコアイランド宣言に乗り切った背景には島内の地下水利用がある。島内では安定的に農業用水が確保されるように、1987年に地下ダム建設に着手し、2000年に現在のダムが建設された。しかし、人口の増加と共に硝酸態窒素の濃度が上昇し1980年末には汚染が指摘されたことで、島民の生活用水の重要性への意識は高まっていた。(善平, 2016) さらに、生活に必要なエネルギーは島外から輸送する必要があり、その依存度の高さは台風等の災害時の島民の不安に直結する。

このような背景から宮古島市は2008年3月31日に「エコアイランド宮古島宣言」を行った。この宣言では生活用水である地下水を守る事や、サンゴ礁などの自然資源を守る事、エネルギーを大切にし、自然と人間がともに生きていける環境づくりのために行動することが掲げられている(宮古島市, 2008)。このようにエコアイランド宮古島に向けて舵を切った一方で「エコアイランド宮古島」という言葉自体が先行し、市民自身の生活との結びつきや取るべき行動に関するイメージにはばらつきがあった。そこで10年後の2018年に「エコアイランド宮古島2.0宣言」を掲げ、2030年、2050年に向けて市民主体の持続的な取り組みに結び付けるために「千年先の、未来へ」というゴールイメージを設定した。さらに続く2022年にはゼロカーボンシティを目指す事を表明し、循環型社会の島嶼モデル確立を目指している。

宮古島では他の離島地域と同様に、エネルギーを島外に依存している現状が課題であり、島内で地産地消するための仕組みづくりに注力する必要がある。そこで2016年度に2.88%だったエネルギー自給率を2030年度に22.05%まで向上させる目標達成に向け、市民の「省エネアクション促進」、「電気自動車の普及」、「再生可能エネルギーの拡大」の3つの柱を設けた。まず市民の省

エネアクションを促進するための取り組みとして挙げられるのが省エネ家電製品買替補助事業と市民向け講座やイベントの開催である。電気自動車の普及事業では、2022年時点で約20ヶ所の充電スポットが整備されており、2030年までに1.3万台の普及を目指す事を目標としている。最後に再生可能エネルギーの利用拡大に向けた取り組みとして挙げられるのが、再生可能エネルギー最大限導入計画策定事業、来間島地域マイクログリッド構築事業が挙げられる。世帯数が約90世帯である来間島では2014年から大容量定置型蓄電池を利用した再生可能エネルギー100%自活実証実験が開始され、すでにその有効性が確認されている。さらに2022年1月からはエネルギーコストの提言や停電時のエネルギー源確保、省エネ化等に向けて地域マイクログリッド構築事業を開始し、自立した電力供給を目指している。(宮古島市, 2023)

宮古島市の取り組みで特徴的な点は、エコアイランド宮古島宣言2.0で特に強調していた市民主体の持続的な取り組みに結び付けるべく、多様なワークショップやイベントを積極的に開催していることである。2016年に開催されたエコアイランド宮古島ワークショップでは、行政や市民、学生など様々な層の市民が終結し、高校生が主体的に島内の課題について説明し、チームごとに課題と解決策の議論をしている。他にも、島内の生徒児童向けにこれまで10回以上開催されている夏休みエコツアーのような環境教育も多く開催されている。

このように宮古島では、電力自給率の課題に取り組みつつ、幅広い年齢層に向けたイベントが開催されている。ここには、2008年のエコアイランド宮古島宣言以来、市民主体でエコアイランド事業を推進するという宮古島市の強い思いが反映されており、市民や事業者と協働で脱炭素化を推進するための工夫が施されている。

3. 脱炭素の取り組みが地域にもたらすインパクト

前述のとおり脱炭素への取り組みが地域社会・経済へポジティブなインパクトをもたらす可能性が存在する。自治体等の地域内で脱炭素社会を構築する事は、地球温暖化等の地球規模の課題解決に寄与するだけでなく、地域内の資源を最大限に活用する事で地域経済の活性化や防災、地域住民の暮らしの質向上など、あらゆる地域課題の解決に貢献する事が出来る。一方で、再生可能エネルギー導入に伴う地域住民とのトラブル発生や生態系への影響など、負のインパクトをもたらす可能性も存在する。ここでは地域における脱炭素の取り組みが地域内にどのようなインパクトをもたらすのかについて先行研究を交えながら論じる。

3.1 経済的インパクト

地域内に脱炭素化推進の取り組みの一部として、石油燃料に頼らず再生可能エネルギーを導入することは地域内にあらゆるメリットを生み出す。日本における既存のエネルギーシステムでは、エネルギーを地域外から購入する事が一般的であり、地域外に資金が流出してしまうという課題がある。一方、地域内の再生可能エネルギーポテンシャルを利用して稼ぐ事が出来ればそれまで地域外に流出していたエネルギー代金を地域内に留まらせることで、その資金元手に地域経済を再構築し新たな経済循環を生み出すことができる。

再生可能エネルギーの導入による地域内経済効果については様々な研究が行われている。中

村ら（2013）は岡山県真庭市の木質バイオマス発電事業のモデル分析を行い、バイオマスの地域利用が地域内の経済の構造を変化させ、年間1.68億円の所得効果が発生している事を明らかにした。また、田辺ら（2016）は地域の自然エネルギーについてシステム論的分析を行い、地域経済や環境、レジリエンスの向上に貢献する可能性がある事を明らかにした上で、その効果を最大限生かすには地域の主体が中心になって普及を行う必要があると論じた。

3.2 防災・減災

脱炭素の取り組みに伴う、地域内の再生可能エネルギー導入は分散型のエネルギーシステムを構築し、蓄電を導入することで災害時の非常用電源としても利用することができる。例えば、2019年9月千葉県に台風15号が上陸した際に同県内の睦沢町では停電が発生したが、通常の電気系統から切り離し町内新電力会社である「CHIBAむつざわエナジー」のガスコージェネレーションの起動と電力の復旧を行い、エリア内の住民は早期段階で通常通りの電力が利用可能となった。さらに、同エリア内の温泉施設からは約1,000人に温水シャワーやトイレを無料提供し最悪の状況を回避した。また地域内にEVを普及する事が出来れば、停電時に移動式の非常用電源としての役割も期待できる（原田，2022）。以上のように、脱炭素の一環として地域内に再生可能エネルギー設備を導入し、自立したエネルギーシステムを構築する事が出来れば、災害時に住民の最低限の生活を保障する事が可能となる。

3.3 社会的インパクト

脱炭素化というと、一見生活の中の制約が増えるイメージを持たれる傾向にあるが、自治体等の地域内で脱炭素化を推進する事で地域住民の生活の質やワークライフバランスの向上、意識改革等様々な場面での社会的インパクトを期待できる。例えば、国のZEH基準に合わせた高断熱・高気密な住まいづくりは、空調の使用量を減らすだけでなく快適な住まいを提供し、寒暖差によるヒートショック予防や、ダニ・カビの発生抑制によるアレルギーや喘息の改善の効果が期待できる（伊香賀ら，2011）。また、再生可能エネルギーを利用したMaas (Mobility-As-A-service) による新たな交通システムを地域内に整備する事で、住民の暮らしの改善や自家用車の利用量減少による温室効果ガス排出削減も期待できる（Dillman *et al.*, 2021）。

さらに田辺ら（2016）は、地域エネルギーの導入により人の暮らしがどのように向上するのかについて分析を行い、収入・雇用・環境・市民参加意識・共同体・ワークライフバランスの6つの分野にポジティブな影響を明らかにした上で、その効果を「見える化」する事が重要であると論じている。市民の意識改革及び環境配慮行動については、馬場ら（2007）が風力発電設備導入時のケースを調査し、視認行動や再生可能エネルギーに関する家庭内でのコミュニケーションが大きく影響し、家庭内でのコミュニケーションは、行政・事業者による情報提供や地域コミュニティとの関係性によって規定される事を示唆している。

以上のように地域内で脱炭素化を推進する事は、世界的な課題である地球温暖化に貢献できるだけでなく、災害や経済などその地域内の直面している課題も同時に解決する可能性を秘めている。むしろ地域内で脱炭素を推進する際は沖永良部島のように、住民の生活直接的に結び付く課題解決の手段として脱炭素化を推進するというようなやり方の方が、地域内のステークホルダー

と協働して取り組む事ができる。

一方で、地域内に再生可能エネルギーを導入する事は廃棄物問題や景観、自然環境への負のインパクトを与える等の問題も存在する。太陽光発電設備は2012年のFIT制度の制定後その設置の容易さから、再生可能エネルギーの中でも群を抜いて普及している。普及と同時に太陽光パネルをリユース・リサイクルする技術や事業広がりを見せる一方で、小規模の事業者による不法投棄等につながる可能性もある。これに対して経産省は2022年7月から、10kW以上の太陽光発電設備を有する全ての事業者に対して、FIT制度終了後の費用を積み立てする事が義務化された。今後は適切な廃棄ルールの下で自治体や住民による監視体制を整えていく必要がある。

他にも地域内の景観を損ねるというトラブルも存在し、傘木(2021)は太陽光発電設備の景観への影響は主に3つに分けられるとしている。1つ目は生活の場に近接して、見慣れた景色を改変すること、2つ目は中山間地を大規模に造成して知己の景観を改変すること、3つ目は歴史的、文化的資源と近接してもたらず違和感であり、これらの問題に対してデジタル可視化技術を利用した説明や低・中・高木を配置した景観への配慮等住民との議論と生活との調和が重要であるとしている。また、風力発電に関しては騒音・バードストライク等の問題が頻繁に取り上げられる。特に風間(2012)は洋上風力発電の生態系への影響について、建設時の騒音が魚類や海生哺乳類の音声コミュニケーションを阻害し、海洋生物の繁殖当に影響をもたらす可能性を示唆している。

以上のように、再生可能エネルギーの導入は地域内エネルギー自給率向上という大きなメリットがある一方で廃棄物処理や景観、騒音等の問題や生態系への負荷等多くの課題が生じるのも事実である。温室効果ガス排出削減に向けた再生可能エネルギーの導入とはいえ、他の開発と同じように環境や地域社会に対する十分な配慮は必要不可欠である。

4. 奄美大島瀬戸内町における事例研究

奄美大島は鹿児島県の奄美群島の中の主要な島であり、鹿児島県の本土から約380kmの場所に位置する。奄美大島には、アマミノクロウサギをはじめとする希少種が非常に多く生息している。2021年7月にはその豊かな生態系が評価され、徳之島と沖縄島北部及び西表島と共に世界自然遺産に登録された。

このような生物多様性のホットスポットと呼ばれる奄美大島の最南端部に位置するのが瀬戸内町である。瀬戸内町は奄美大島本島の南端部と大島海峡をはさんだ加計呂麻島、諸島、与論島を含み、総面積は約240km²にも及ぶ。奄美本島と加計呂麻島の間には大島海峡があり養殖業や観光業など、瀬戸内町の主要な産業を支える自然資源として町民の生活に寄り添ってきた。町内には56もの集落が存在し、人口は約8,000人(令和5年現在)である。瀬戸内町によると2020年と比較して2050年には生産年齢にあたる18～64歳の人口が半分の5,000人を下回ると言われており、担い手不足等の影響が予測されている(瀬戸内町, 2023a)。気候は亜熱帯海洋性気候であり、年間を通して温暖多湿である。

町内の産業の特徴として、自然災害等の被害による改修・修理等の需要が高く、建設業が最も盛んである。そのほかにも水産業では特に養殖生産が盛んであり、クロマグロの養殖が拡大して

いる。農業では耕地面積が327haと小さい上に、担い手不足や自然災害の多さから非常に厳しい状況ではあるが、温暖な気候を生かしたパッションフルーツやたんかん、マンゴーやサトウキビ栽培を中心に展開している。瀬戸内町は台風常習地として知られており、古くから台風等の自然災害と生活をともにしてきた歴史がある。記憶に新しい2023年6月には線状降水帯が発生し、町内の集落の一つである久慈集落では、土砂崩れによる断水や停電、マンゴー用ハウスが全壊する等の甚大な被害を及ぼした。また地域内で利用するエネルギーの約90%以上を地域外に依存しており、年間のエネルギー経済収支は-20億円にも及ぶ赤字である（JED, 2019）。

4.1 瀬戸内町ゼロカーボンシティ宣言

世界的なカーボンニュートラルの動きを受け、瀬戸内町は2021年7月に「ゼロカーボンシティ宣言」を公表した。この宣言では、今後の二酸化炭素排出ゼロを目指すと同時に2030年度までに2013年度比40%の温室効果ガス排出量削減と世界自然遺産にも認定されている豊かな自然環境や稀少生物の保全・保護が目標として掲げられている。2022年には年間を通して現状分析や将来ビジョンの作成及び地域脱炭素の実現を目指し、具体的な計画策定に注力し、続く2023年3月には瀬戸内町地球温暖化対策実行計画の発表と同時に段階的な計画の実施が進められている。

2023年の現段階としては、それぞれ施策について検討・計画段階であるがその中でも瀬戸内町の特徴となり得る施策を、「瀬戸内町ゼロカーボンシティ実現に向けた再エネ導入目標策定業務の報告書」（瀬戸内町，2023b）の中からいくつか紹介する。

4.2 再生可能エネルギー導入目標

現在検討されている、瀬戸内町の特色を生かした再生可能エネルギー設備として浮体式洋上風力発電と潮流発電が挙げられる。瀬戸内町は海で囲まれており、大島海峡を有する町として知られている。大島海峡には潮流の速いポイントがいくつかあり、その資源を生かした発電として、2050年までに5000kwを導入目標としている。潮流発電については九電みらいエナジーと長崎県五島市が協働で、国内で初めて商用スケールでの実証実験を進めており、国内での事例は非常に少ないのが現状である。そのため、2050年に設備容量5000kwという長期目標を設置し、調査及び実証実験を進める予定である。他にも、整備の課題が残る町内で未利用の人工林を燃料とした木質バイオマス発電や、PPAモデルによる太陽光発電設備の普及、集落内駐車場におけるソーラーカーポートの設置等を検討している。

4.3 その他の施策

再生可能エネルギー以外の特徴的な施策として、藻場やマングローブを利用したブルーカーボン生態系による吸収源の整備がある。町内の白浜ではすでにホンダワラのガラモ藻場造成を開始しており、マングローブについても植林を進めている。また町内の廃校となった西古見小学校跡地ではオートキャンプの建設を予定しており、太陽光発電や木質バイオマス発電、小型風力発電設備を導入すると同時に観光促進や過疎化の進む集落に活力を与えることを目指している。

以上のように奄美大島瀬戸内町では2021年のゼロカーボンシティ宣言を機に2030年、2050年に向けた地域改革が始動し様々な計画が立てられている。これらの計画を推進する上で、自治体

が現状を俯瞰しつつ、事業者や町民等のステークホルダーの同意を得た上で、協働で推進する事は必要不可欠である。

5. 調査概要及び方法

本研究は、瀬戸内町在住の町民の脱炭素推進に向けたエネルギー施策に対する意識に関するアンケート調査を Google Form 上で実施した。アンケート調査は2023年3月24日～4月24日の期間に瀬戸内町役場職員を対象に実施し、計41名から回答を収集した。アンケート調査の質問内容は「個人属性」、「再生可能エネルギーの導入に対する意識」、「エネルギー利用の現状について」である。限られたサンプル数と役場職員という限られたアンケート調査対象のため本研究結果が瀬戸内町の代表的な町民の見解とは限らない。

6. アンケート調査結果

6.1 個人属性

回答者の中で女性は13人、男性は28人だった。回答者の年代は20代が5人、30代が13人、40代が12人、50代が11人だった。最終学歴は「4年制大学卒」と回答した人が15人と最も多く次に「高校専門学校卒」「高校卒」が多かった(図1)。

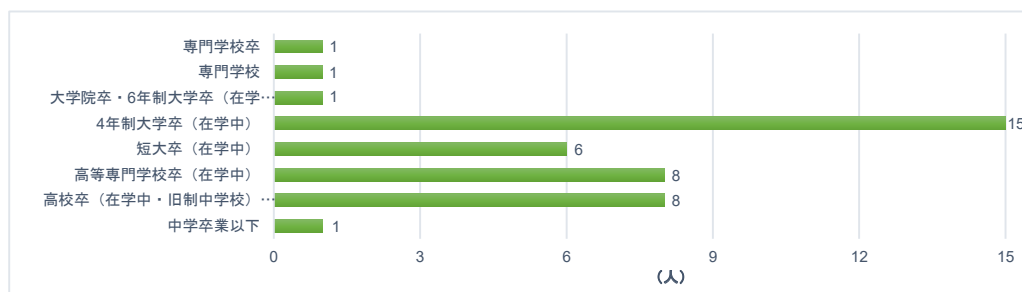


図1. 最終学歴 (n=41)

回答者の現在の住まいについて、回答者の68% (28人) が一軒家に住んでおり、住まいのタイプを「マンション・アパート」と回答した32% (13名) は、全員現在の住まいを所有していないと回答した。また「一軒家」と回答した28人中25名が現在の住まいを所有していると回答した。現在の住まいの広さについては「不明」という回答が最も多かったが、具体的な数値を示した回答者の中では30～50㎡と回答した人が多く、中央値は100㎡だった(図2)。住まいの部屋数については3部屋という回答が最も多く、次いで5部屋、2部屋と続いた(図3)。

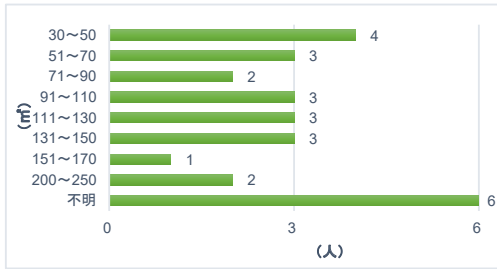


図2. 住まいの広さ (n=27)

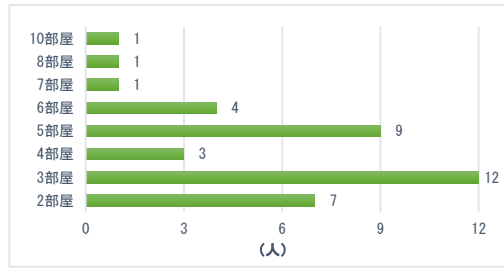


図3. 住まいの部屋数 (n=38)

現在の収入での生活維持の大変さについては、「どちらでもない」と回答した人が46%と最も多く、次に「大変である」(32%)、「非常に大変である」(12%)と続いた。「大変でない」や「全く大変でない」と回答した人は全体の7%しかおらず、生活に金銭的な余裕をもって生活している人が少ない現状が見受けられた(図4)。「大変でない」「全く大変でない」と回答した4名はいずれも45~59歳の中年層であり、そのうちの3人は「4年生大学卒(在籍中)」で「所有している」「一軒家」に住んでいた。回答者の居住地については、93%が瀬戸内町の中心地である古仁屋に在住しており、「西方地区」「東方地区」「山郷地区」と回答した人はそれぞれ1名ずつだった(図5)。

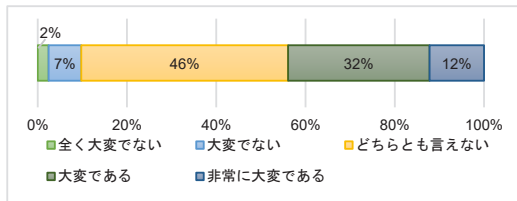


図4. 現在の収入での生活維持の大変さ (n=41)

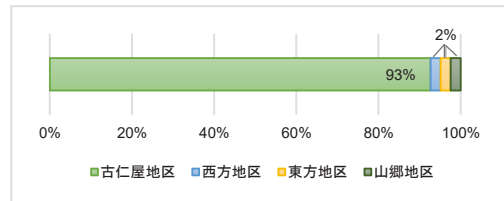


図5. 現在住んでいる地区 (n=41)

6.2 再生可能エネルギーの導入に対する意識

第2部では、現時点での再生可能エネルギーに関する意識や知識の有無について調査を実施した。まず、瀬戸内町で再生可能エネルギーを導入する事を想定した際に最も重要だと思われる再生可能エネルギー設備と重要だと思われる当事者・機関について、選択肢の中から1番目、2番目、3番目に重要であると思われる設備をそれぞれ1ずつ選択形式で回答を収集した。まず、「1番目」に重要であると回答した中で最も多かった回答は「小型太陽光発電(33%)」であり、次に多かった回答が「波力・潮力発電(23%)」だった(図6)。一方でバイオマス利用やバイオガス利用、地中熱・空気熱利用と回答した人は少なかった。また、2番目に重要であるという回答で最も多かったのは洋上大型風力発電で25%の人が回答をした(図6)。瀬戸内町では現在PPAモデルによる太陽光発電設備の普及や、大島海峡の強い潮流を使った潮流発電、浮体式洋上発電設備の導入を試みており、役場職員にもその以降が反映されている事が分かった。一方で、バイオマス発電についても推進する意向があるものの、1番目に重要であると回答した人はいなかった。

町内の再生可能エネルギーを導入する際に重要だと思われる当事者・機関で1番目に重要であるという回答の中で最も多かった回答は「日本政府」であり、60%の回答者が選択した(図7)。2番目に重要であるという回答では「地方公共機関(30%)」が最も多く次に「大手電力会社(28%)」と続いた。3番目に重要であるという回答では、「市民社会」と「地方公共機関」が同率で28%と最も多かった(図7)。

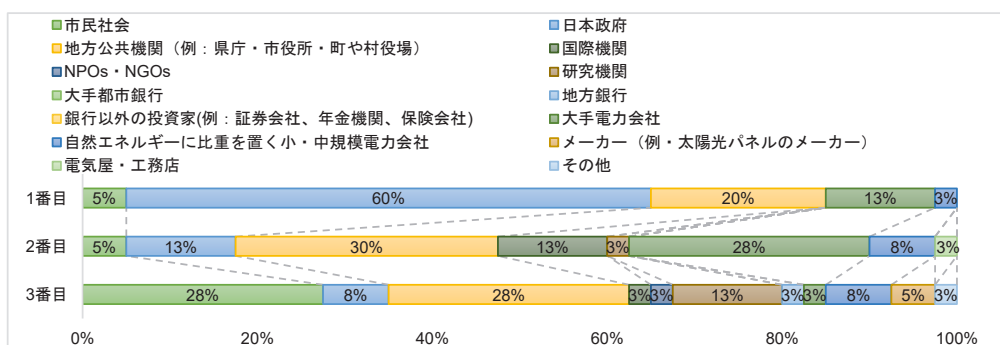


図6. 瀬戸内町内で重要だと思う再生可能エネルギー

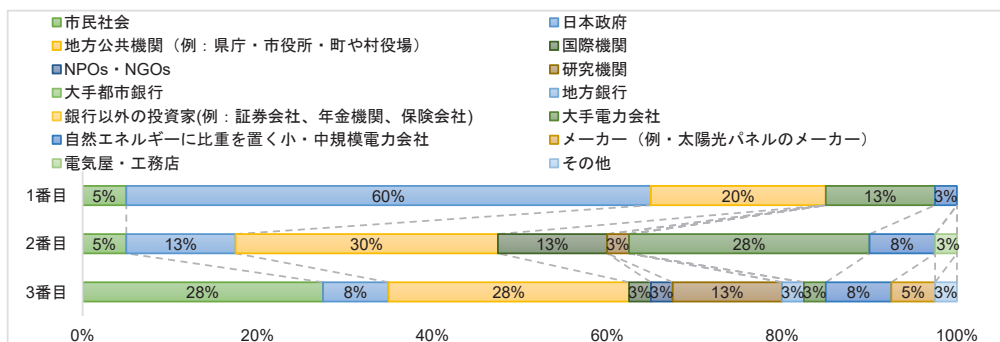


図7. 再生可能エネルギーを導入する際に重要だと思う当事者 (n=40)

再生可能エネルギーを町内に普及する事によって得られる利益について「地域エネルギーとしての活用(36/41人)」という回答が最も多く、次に多かったのが「気候変動問題の解決(20/41)」だった(図8)。瀬戸内町は台風常習地であり、日頃から停電の危険性と隣合わせである事が影響していると示唆される。

次に、再生可能エネルギーを導入するにあたり、町民が考える瀬戸内町の強みについて最も多かった回答は「風量が多い」事であり、次に多かった回答は「水資源に恵まれている」だった(図9)。「その他」では「海峡の潮力」と「海上風力の適地がある」という回答を得られた。一方で瀬戸内町の弱みについては、「資金不足」という回答が最も多く、続いて「日照時間が短い」「情報不足」「人材不足」という回答が多かった(図10)。その他には「水資源が限られており、急峻な地形であるため安定的な流量を確保できない」、「塩害」との回答が得られた。弱みについては他

の多くの自治体同様に、少子高齢化やインフラ整備、子育て支援等の難題を抱える中で脱炭素に向けた予算の捻出が出来るのかという点を懸念していると示唆される。また、瀬戸内町の日照時間が全国平均の約77%程度であり、町民自身も曇天率の高さを経験している事から日照時間を弱みに感じる人が多いと考えられる（瀬戸内町，2023b）。また、「情報不足」と回答した人も多い事から、再生可能エネルギー普及にむけて、住民に対する説明や周知が重視されている事が示唆される。特に瀬戸内町は町内の離島も多く、役場の職員数も限られている事から、周知が不十分のまま事業が決定する実態もあるため、必然的な結果であると考えられる。

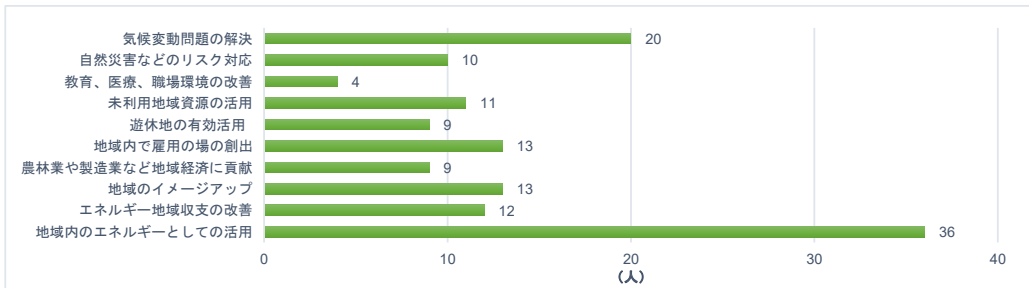


図8. 再生可能エネルギーを導入することで得られる利益 (n=41) (複数選択可)

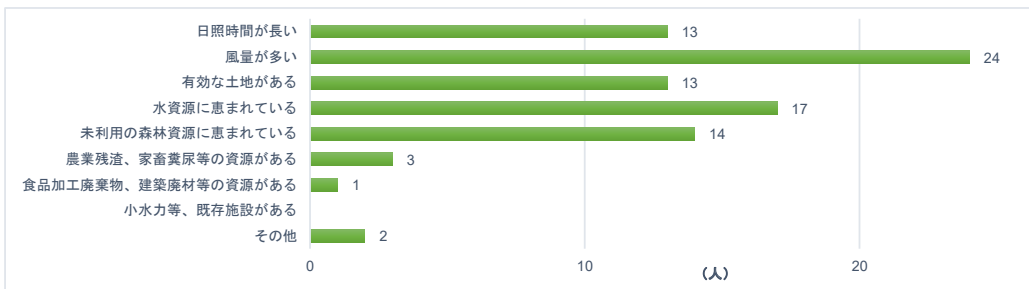


図9. 再生可能エネルギーを導入に際した瀬戸内町の強み (n=40、複数選択可)

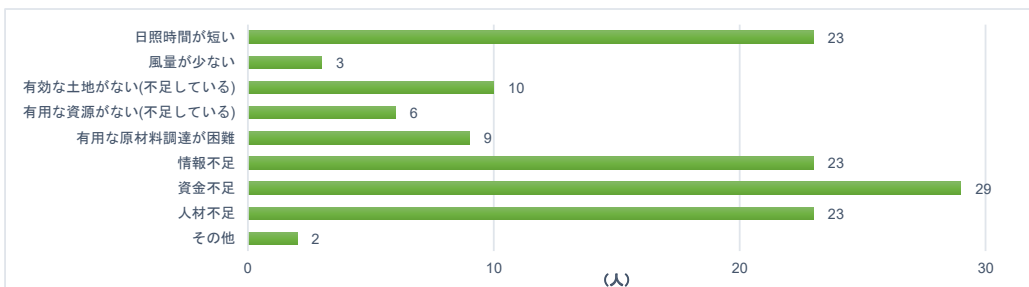


図10. 再生可能エネルギーを導入に際した瀬戸内町の弱み (n=40、複数選択可)

太陽光発電は風力発電の導入に対する懸念及び賛否について以下図11、12、13に示した。

太陽光発電の導入に題する懸念について、最も多かった回答は「景観が損なわれる(22/40人)」であり、次に多かった回答が「電力の供給が安定しない(19/40人)」だった(図11)。次に、風力発電設備の導入に対する懸念点で最も多かった回答は「騒音・低周波音がある(20/35人)」であり、2番目に多かった回答が「電力の供給が安定しない(16/35人)」だった(図12)。このことから、太陽光発電や風力発電等の自然のエネルギーを利用する電源設備に対して、電力供給の不安定さを懸念している事が明らかとなった。太陽光発電設備と風力発電設備の普及に対する賛否については、賛成又はやや賛成と回答した人がいずれも57%と73%と過半数以上を占めた(図13)。一方で風力発電設備の普及については、太陽光発電設備と比較して、賛成派が多く反対又はやや反対と回答した人数も少なかった。



図11. 太陽光発電を導入する事に対する懸念点 (n=40、複数選択可)

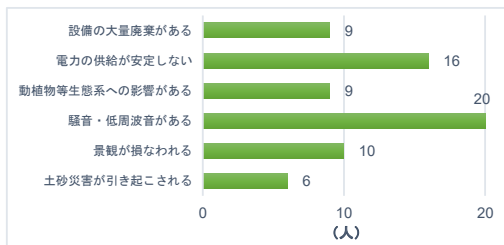


図12. 風力発電を導入する事に対する懸念点 (n=35、複数選択可)

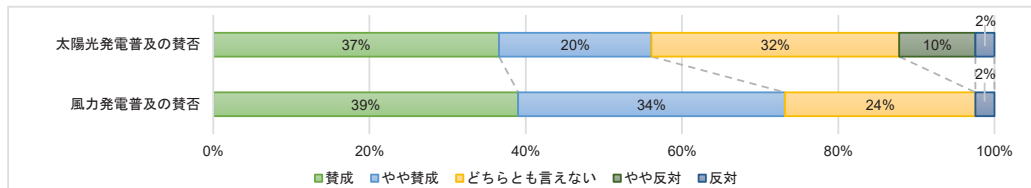


図13. 太陽光発電設備及び風力発電設備を普及する事に対する賛否 (n=41、複数選択可)

6.3 エネルギー利用の現状について

まず自宅における再生可能エネルギー設備設置の有無について93%の回答者が「いいえ」を選択しており、自宅における再生可能エネルギー設備はあまり普及していない事が明らかとなった(図14)。また、今後の自宅における再生可能エネルギーの設置予定については51%の回答者が「いつかは設置したい」と回答しており、漠然と設置を考えている人が過半数以上である事が明らかとなった。一方で「あまり設置したくない」や「設置する予定はない」と回答している人は合わせて44%と決して少なくなかった(図15)。

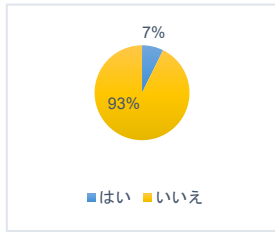


図14. 自宅における再生可能エネルギー設備設置の有無 (n=41)

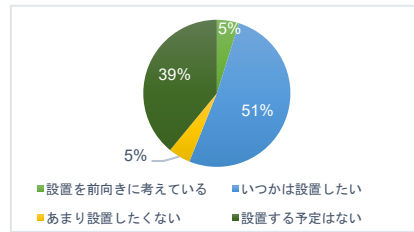


図15. 自宅における再生可能エネルギー設備の設置予定 (n=41)

次に、回答者の電気・ガス・ガソリン料金の年間合計支出額について以下図16に示す。電気、ガス、ガソリン料金ともに10万～15万円未満と回答した人が最も多かった。令和3年度の1世帯当たりの全国年間エネルギー支払額(表2)と比較すると、電気料金はおおむね平均付近にとどまったが、ガス料金に関しては全国平均値よりも高い支払額を回答した人が圧倒的に多かった。また統計局(2023)によると、2022年のガソリン代年間支出額の全国平均54,534円であったが、本調査の回答で最も多かったのは10万円～15万円と全国平均を大幅に上回った。このことから、瀬戸内町ではガソリン自動車の使用頻度が非常に高い事が示唆される。灯油代は33名が回答し、28名が「0円/利用していない」と回答し2名が「わからない」と回答した。その他3名はそれぞれ1万円、5万円、10万円弱と回答しており、回答者のほとんどが灯油を利用していないことが明らかとなった。

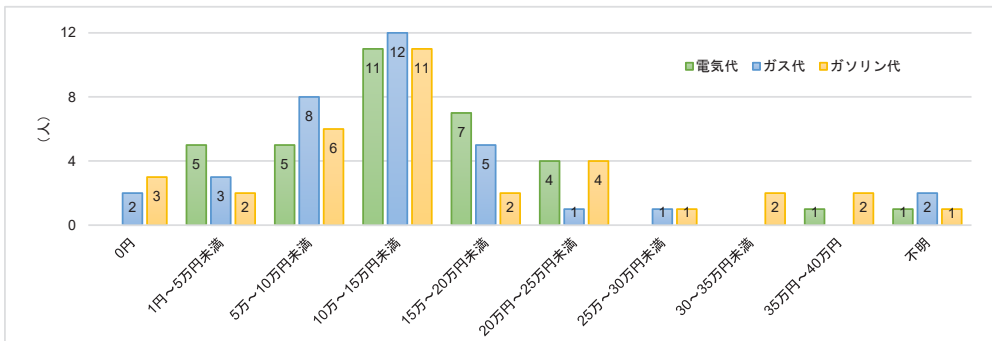


図16. 年間の電気、ガス、ガソリン料金 (n=34)

表1. 令和3年度 世帯当たりの年間エネルギー支払額(全国平均)

	電気	都市ガス	LPガス	灯油
支払い金額(万円)	11.3	3.1	2.1	1.4

出典：環境省「令和3年度 家庭部門のCO₂排出実態統計調査結果の概要(確報値)」表1(p.1)を元に筆者作成

光熱費に関する質問では、「現在の光熱費は高いと思うか」「光熱費削減のために電化製品の利用を控えているか」「断熱設備が整っていれば光熱費を抑えられると思うか」という3つの設問を設定した(図17)。

光熱費が高いと感じるかという質問では、55%の回答者が「ややそう思う」、23%の回答者が「非常にそう思う」と回答した。一方で、「どちらでもない(20%)」や「あまりそう思わない(3%)」と回答した人は少なく、ほとんどの人が現在の光熱費を高いと感じている事が明らかとなった。光熱費を抑えるために電化製品の利用を控えているかという質問では10%の回答者が「非常にそう思う」、40%の回答者が「ややそう思う」と回答した。光熱費を高いと感じている人が半数以上であった一方で、光熱費節約のための行動をしている人の割合は少なくなったことから、光熱費に関する危機感の度合いは小さく、省エネ行動促進に向けたきっかけ作りが必要であると示唆される。

また、現在の住まいの断熱設備が整っていれば光熱費をより抑えられると思うかという質問で(図17)「非常にそう思う」と回答した人は33%、「ややそう思う」と回答した人は35%だった。一方で「あまりそう思わない」と回答した人は8%、「全くそう思わない」と回答した人は3%にとどまり、断熱設備が整っていればより光熱費を抑えられると考えている人が多い事が明らかとなった。

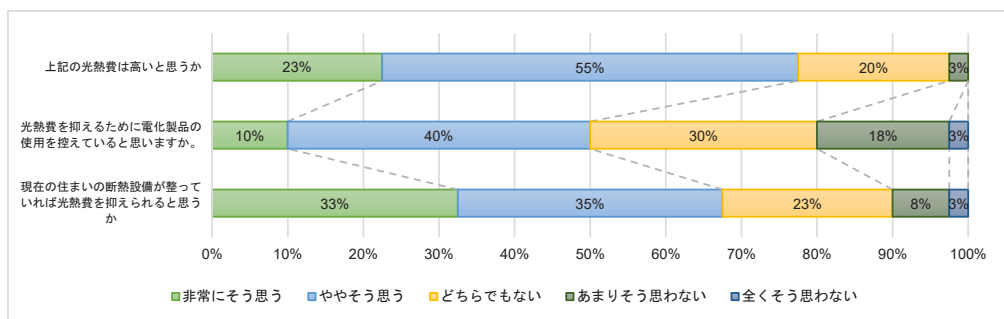


図17. 光熱費に関する質問 (n=40)

7. 考察・まとめ

本研究では、瀬戸内町における脱炭素推進及び再生可能エネルギー普及に対する町民意識について調査・分析を行い、以下の事が明らかになった。

7.1 太陽光発電設備の普及にむけて

太陽光発電設備の普及について、アンケート調査では「景観が損なわれる」事に対する懸念が最も多かった(図15)。このことから、町民は瀬戸内町の豊かな自然景観を大切にしたいという思いが強く、太陽光発電設備の設置規模や場所に考慮する必要があると考えられる。瀬戸内町では現時点で町内施設の屋根への設置と、PPA モデルを利用した家庭・事業者向け太陽光発電設備

の普及を施策として提示している。PPAモデルは屋根にパネルを設置する代わりに初期費用やメンテナンス費用を知見のある事業者が負担するため設置へのハードルが低く普及に向けた有効なモデルとなる。自宅における再生可能エネルギー設備の設置予定について、「いつかは設置したい」と設置を漠然と考えている人が多いため、PPAモデルの周知を徹底する事で、設置時の管理に対する不安が軽減され設備導入が促進されると考えられる(図15)。一方で契約期間終了後は建物所有者に譲渡され、メンテナンス費用は自己負担となるため、今後契約期間終了後の支援体制を整える必要がある。

7.2 風力発電設備の普及にむけて

瀬戸内町内で重要だと思う再生可能エネルギー設備について、2番目に重要であるという回答の中で最も多かった回答は洋上風力発電設備であった(図6)。また、風力発電の導入に対する懸念では「騒音・低周波音」と選択した人が最も多く生活拠点地付近に設置する事による騒音を懸念している様子が伺えた(図12)。賛否については太陽光発電設備と比較して賛成派がやや多かった(図17)。現在瀬戸内町では洋上風力発電の導入を前向きに検討している。風力発電設備の導入に際して考えられる負の影響として、漁場の減少による漁業の衰退や、自治体の地方税収の減少、景観阻害や低周波音、観光やレジャーへの影響などが挙げられる(小林, 2021)。これらの懸念を解消し、社会的受容を得るためにはステークホルダーに向けた積極的な合意形成の上で、地域社会の現状を改善できるようなビジネスモデルの提示が必要となる(川辺ら, 2016)。漁業に対する影響に関して、瀬戸内町が行った漁業組合に対するヒアリングでは網を引く漁業や大規模な漁業がなく、漁業の弊害にはならないという理由から、否定的な意見はなかった。むしろ漁礁としての効果が期待できることから肯定的な意見が多かった(瀬戸内町, 2023b)。一方で本調査結果のように騒音や景観への影響を懸念する住民も一定数存在する。特に瀬戸内町内の大島海峡は幼い頃から慣れ親しんできた住民も多いため、今後漁業関係者だけでなく、ダイビング等のレジャー関係者や住民に対する積極的な合意形成やビジネスモデルの制作が必要になると考えられる。

7.3 エネルギー利用について

現在のエネルギー利用について、電気代はおおむね全国平均付近にとどまったが、ガス・ガソリン料金については全国平均から大幅に上回った(図16)。またこの現状に対して多くの人が現在の光熱費が高いと回答していた(図17)。一方で光熱費を抑えるための行動にはあまり結び付いていない現状があり、町内の脱炭素化推進にむけて省エネ行動促進に向けたきっかけ作りが必要であると示唆される。特にガソリン料金については、瀬戸内町が車社会である事が大きな要因であると考えられる。ガソリン車の利用を減らす事は脱炭素社会を構築する上でも大きな意味を持ち、今後EVの普及や町内コミュニティバスの利便性向上等様々な対応が必要になるだろう。一方で、自家用車の利便性に慣れてしまった町民の車利用を減らす事は難しい現状も考慮し、宮古島のエコドライブコンテストのような町民が楽しみながら脱炭素を実感出来るイベントも有効的であると考えられる。

7.4 脱炭素推進に向けて

地域の中で脱炭素を推進する際に、町民や事業者との十分なコミュニケーションが非常に重要であり、不十分なコミュニケーションや説明不足は、自治体に対する不信感を掻き立てることになる (Pidgeon and Demski, 2012)。本調査では、情報不足や資金不足が瀬戸内町民の考える同町の弱み挙げられ、これは自治体に対する不信感につながりかねない。対応としては、入念な説明会やワークショップの開催が有効な手段として考えられる。現在、周知媒体として町役場HPやケーブルテレビ、ラジオ、SNS、広報誌、ライングループ等多様な媒体が利用されているが、今後は町民同士のコミュニケーション密度の高さを利用して、役場職員から順に町民全体に波紋を広げていく方法も有効的であると考えられる。

気候変動に対して生活者の肯定的な態度を形成する方法について、馬場ら (2011) は、他の政策とのマルチベネフィット性を伝え、いかに生活者の負担と生活を直結させるかが受容性の高さに関係すると論じていた。これは沖永良部島の取り組みのように、いかに町民になじみやすくするかという点で、町民自身が思い描く街の将来像を実現する手段として脱炭素を織り込むという方法が有効的であると考えられる。特に今回の調査ではエネルギー利用に関して、ガス・ガソリン利用料が高く、現状の光熱費が高いと感じている人も多い一方で、光熱費削減に向けた行動に結び付いていないという現状が明らかになった (図16・17)。このことから、再生可能エネルギー設備の町内導入による町民の負担軽減という利点を具体的に占めすことで町民の同意を得やすくなると示唆される。その上で将来像の中に町民自身の姿を埋め込み、脱炭素以外の町民の生活に結び付く場面でベネフィットを感じられるようにするかが事業成功への鍵になると考える。

まとめ

2050年カーボンニュートラルの目標に向けて脱炭素の動きが加速する中で、地域の変革に伴う脱炭素の推進は早急に取り組まなければならない難題である。地域の中で脱炭素を推進する上では、地方自治体が積極的に現状を俯瞰しつつ、事業者や住民等のステークホルダーと密接に協働する事が重要となる。本研究では奄美大島瀬戸内町の町民に対する意識調査を実施し、再生可能エネルギー設備の町内導入に関して、電力の安定供給や景観、騒音に対する懸念はあるものの、賛成派が多いことが明らかとなった。特に風力発電の普及については約70%が賛成派だった。再生可能エネルギーを導入する際の弱みについては資金不足や人材・情報不足という意見が多く、町民の合意形成に向けた課題も浮き彫りとなった。またエネルギー利用については、町民自身の問題意識はあるものの、顕著な行動の変化には結び付いていない現状が明らかとなった。一方で本アンケート調査では回答者の再生可能エネルギーに対する基本的な知識量や、設置規模・場所別の設備導入に対する賛否に関する回答を得る事が出来なかったため、町民意識の現状を把握するためにインタビュー調査等で分析を深める必要がある。ただ、瀬戸内町のゼロカーボンシティ構築に向けた取り組みは助走の段階であることから、今後の瀬戸内町では①脱炭素という手段で町民の理想の町像を実現すると同時に②その計画をより身近に感じられるような工夫が必要になると示唆される。

謝辞

本研究のアンケート調査を始め現地調査の実施において奄美大島瀬戸内町町役場の職員の方々の多大なご助言、ご協力を頂いた。また、本研究は上智大学と国連大学サステイナビリティ高等研究所（UNU—IAS）の共同研究「タイトル：Analysis and curriculum development toward inclusive carbon neutral society」の下、実施されている。ご協力に感謝を示したい。

参考文献

- 馬場健司, 田頭直人 (2007) 再生可能エネルギー設備導入が市民の環境配慮行動に及ぼす影響—風力発電のケース—。環境システム研究論文集, 35: 1-10.
- 馬場健司・杉本卓也・窪田ひろみ・舩岡靖明・田中充場 (2011) 市民の気候変動適応策への態度形成の規定因気候変動リスクと施策ベネフィット 認知, 手続きの公正感と信頼感の影響。土木学会論文集G (環境), 67, II_405-II_413.
- Dillman, K., C. Michal, H. Jukka, F. Reza, A. Arora, D. Brynhidur and E. Shafiei (2021) Decarbonization scenarios for Reykjavik's passenger transport: The combined effects of behavioural changes and technological developments. Sustainable Cities and Society, 65, 102614.
- 原田大路 (2022) 防災拠点における大規模災害時の長期停電対策—太陽光発電設備とEVを活用した非常用自立型電源—。令和3年度全国会議 (水道研究発表会) 講演集, 686-687.
- 伊香賀俊治, 江口里佳, 村上周三, 岩前 篤, 星 且二, 水石 仁, 川久保俊, 奥村公美 (2011) 健康維持がもたらす間接的便益 (NEB) を考慮した住宅断熱の投資評価。日本建築学会環境系論文集, 76(666): 735-740.
- JED (2019) Japan Energy Database 鹿児島県 瀬戸内町。 <https://energy-sustainability.jp/about/> (参照 2023-8-10)
- 傘木宏夫 (2021) 『再生可能エネルギーと環境問題—ためされる地域の力—』。自治体研究社。
- 環境省 (2019) おしえて地球温暖化。 <https://www.env.go.jp/earth/earth/ondanka/oshiete201903.pdf> (参照 2023-07-22)
- 環境省 (2023a) 令和5年版 環境・循環型社会・生物多様性白書。 <https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/r05/pdf/full.pdf> (参照 2023-07-22)
- 環境省 (2023b) 脱炭素先行地域の選定と今後の展開について。環境省九州地方環境事務局。 <https://kyushu.env.go.jp/content/000106713.pdf> (参照 2023-07-23)
- 環境省 (2023c) 令和3年度家庭部門のCO₂排出実態統計調査結果の概要 (確報値)。
- 川辺みどり, 婁 小波, 日高 健 (2016) 海洋エネルギー事業が漁村地域に与える社会経済的インパクト～洋上風力発電実証事業の事例から～。一般社団法人漁港漁場漁村総合研究所平成28年度調査。調査研究論文集 27: 53-56.
- 小林正典 (2021) 洋上風力発電を巡るステークホルダー分析と合意形成に向けた課題—秋田沖を例に。環境情報科学 学術研究論文集 35: 268-273.
- 気象庁 (1977) 災害をもたらした気象事例 おきのえらぶ台風、前線 昭和52年 (1977年) 9月8日～9月10日 沖永良部島で最低気圧907.3 hPa。 <https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/1977/19770908/19770908.html> (参照 2023-08-15)
- 気象庁 (2022) 奄美地方への接近数。 <https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typhoon/statistics/accession/amami.html> (参照 2023-08-15)
- 風間健太郎 (2012) 洋上風力発電が海洋生態系に及ぼす影響。保全生態学研究, 17: 107-122.
- 南日本新聞 (2023) 【台風6号】奄美は強風域 沖永良部島は全戸の半数以上、6500戸が停電 強い勢力維持したまま東へ 影響長期化の恐れ。 https://373news.com/_news/storyid/179571/ (参照 2023-08-15)

- 宮古島市 (2008a) エコアイランド宮古島宣言. <https://www.city.miyakojima.lg.jp/gyosei/ecoisland/files/ecoland.pdf> (参照: 2023-8-21)
- 宮古島市 (2023) 令和5年度エコアイランド宮古島推進計画. https://www.city.miyakojima.lg.jp/gyosei/ecoisland/files/R5fy_ecoisland-suishinkeikaku_ver2.pdf (参照日: 2023-8-22)
- 中村良平, 柴田浩喜, 松本 明 (2013) 木質バイオマス資源の地域内循環における価格形成と地域経済効果. 地域学研究, 43 (4): 429-449.
- Pidgeon, N. and Demski, C. (2012) From nuclear to renewable: Energy system transformation and public attitudes. Bulletin of the Atomic Scientists, 68 (4): 41-51.
- 瀬戸内町 (2023a) 瀬戸内町ランドデザイン骨子案. https://www.town.setouchi.lg.jp/shinkou/cho/chosei/sisaku/documents/granddesign_kosshian.pdf (参照: 2023-7-12)
- 瀬戸内町 (2023b) 瀬戸内町ゼロカーボンシティ実現に向けた再エネ導入目標策定業務報告書 令和5年2月.
- 田辺直行, 明石 修, 新津尚子 (2016) 地域肥前エネルギーの導入がもたらす社会への影響 ―相乗効果の重要性―. 武蔵野大学環境研究所紀要, 3: 1-15.
- 田中京子 (2013) KH CoderとRを用いたネットワーク分析. 久留米大学コンピュータジャーナル, 28: 37-52.
- 統計局 (2023) 第3表1世帯当たりの年間品目別支出額 (総世帯). <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?tclass=000000330013&cycle=7&year=20220> (参照 2023-8-20)
- WMO (2023) "Sea ice extent was lowest on record in January." <https://public.wmo.int/en/media/news/sea-ice-extent-was-lowest-record-january> (参照 2023-07-22)
- 善平 勝 (2016) 「エコアイランド宮古島」の取り組みについて. オレオサイエンス, 16 (1): 25-30.

上智地球環境学会

1. 設立主旨

持続可能な地球社会システムを形成するために、社会科学、人文科学そして自然科学の成果を総合した地球環境学の創成と発展の必要性が今日誰の目にも明らかになってきています。上智地球環境学会は、これに貢献するために研究者の知的コミュニケーションと人的ネットワークの形成およびそれを基礎にした、研究と人材育成のダイナミックな展開を目的として発足しました。自由でオープンな議論、自立的な研究の相互依存、琢磨によって新しい文明創造的な場を広く提供していきます。

2. 学会の活動

- | | |
|---------------------|--------------------|
| (1) 定例研究会の開催 | (2) 研究紀要『地球環境学』の発行 |
| (3) ディスカッションペーパーの発行 | (4) その他 |

3. 構成メンバー

- | | |
|-------------------|-------------------|
| (1) 地球環境学研究科 専任教員 | (2) 地球環境学研究科 大学院生 |
|-------------------|-------------------|

地球環境学

No. 19

2023年12月22日発行

発行

上智地球環境学会

〒102-8554

東京都千代田区紀尾井町 7-1

Tel. 03-3238-4176

上智大学大学院 地球環境学研究科

URL: <https://www.genv.sophia.ac.jp>

上智大学地球環境研究所

URL: <https://dept.sophia.ac.jp/is/risgenv/>

印刷所

株式会社 白峰社

ISSN 2758 - 5875

Global Environmental Studies

CONTENTS

Articles

Renewable Energy for Sustainable Development
Case Study of Mithradham Model, Kerala, India
..... George Peter & John Joseph Puthenkalam (1)

Understanding perceptions of citizens toward decarbonization:
A case study based on survey in Setouchi Town in Amami-Oshima, Japan
..... Yuri Yamagishi, Masachika Suzuki (27)