

名城アジア研究

MEIJO ASIAN RESEARCH JOURNAL

2018.03

VOL.8 NO.1



名城大学アジア研究センター

Meijo Asian Research Center

名城アジア研究

2018.03 | Vol.8 No.1

● 目次

学術論文	3 MODELING THE POWER GENERATION SECTORS OF EAST ASIA IN 2050 – THE CHOICE OF POWER SOURCES BY REGULATION OF NUCLEAR AND COAL POWER	Aiko AZUMA Unnada CHEWPREECHA Sung-In NA Li-Chun CHEN Yanmin HE Kenichi MASTUMOTO Soocheol LEE
	25 MODELLING THE POWER SECTORS OF EAST ASIA IN 2050: ECONOMIC IMPACTS BY CHOICE OF POWER SOURCE UNDER REGULATIONS ON NUCLEAR AND COAL POWER GENERATION	Soocheol LEE Unnada CHEWPREECHA Hector POLLITT Akihiro CHIASHI Meisong JIANG
	43 HUMAN RESOURCE DEVELOPMENT AND ENGINEERING CAPABILITIES OF VIETNAMESE SMES IN HANOI	Yuri SADOI
	53 台日産業連携政策が岐阜県に与える影響と企業の対応	林 冠汝
	69 鴻海精密工業によるシャープ買収以降の液晶産業の変化	呉 嘉鎮
研究ノート	85 バンコク大都市圏における住宅開発と住宅デザインの居住者評価	海道 清信
書評	93 SIR HARRY PARKES BRITISH REPRESENTATIVE IN JAPAN 1865-83	フィリップ・ビーチ
	「名城アジア研究」投稿規則	

● CONTENTS

Articles	3 MODELING THE POWER GENERATION SECTORS OF EAST ASIA IN 2050 – THE CHOICE OF POWER SOURCES BY REGULATION OF NUCLEAR AND COAL POWER	Aiko AZUMA Unnada CHEWPREECHA Sung-In NA Li-Chun CHEN Yanmin HE Kenichi MASTUMOTO Soocheol LEE
	25 MODELLING THE POWER SECTORS OF EAST ASIA IN 2050: ECONOMIC IMPACTS BY CHOICE OF POWER SOURCE UNDER REGULATIONS ON NUCLEAR AND COAL POWER GENERATION	Soocheol LEE Unnada CHEWPREECHA Hector POLLITT Akihiro CHIASHI Meisong JIANG
	43 HUMAN RESOURCE DEVELOPMENT AND ENGINEERING CAPABILITIES OF VIETNAMESE SMES IN HANOI	Yuri SADOI
	53 THE POLICY OF TAIWAN-JAPAN INDUSTRIAL ALLIANCE ON THE INFLUENCE AND BUSINESS RESPONSES IN GIFU PREFECTURE	Kuanju LIN
	69 IMPACTS ON TFT LCD INDUSTRY AFTER ACQUISITION OF SHARP BY FOXCONN	Wu Chia CHEN
Research Note	85 THE CHARACTERISTICS OF HOUSING DEVELOPMENT AND THE EVALUATION OF HOUSING DESIGN BY RESIDENTS IN BANGKOK METROPOLITAN REGION	Kiyonobu KAIDO
Book Review	93 SIR HARRY PARKES BRITISH REPRESENTATIVE IN JAPAN 1865-83	Philip BEECH
	Meijo Asian Research Journal Contribution Rules	

學術論文
Articles

Modeling the power generation sectors of east asia in 2050 – The choice of power sources by regulation of nuclear and coal power

Aiko Azumaⁱ, Unnada Chewpreechaⁱⁱ, Sung-In Naⁱⁱⁱ, Li-Chun Chen^{iv}, Yanmin He^v, Ken'ichi Matsumoto^{vi} and Socheol Lee^{vii},

ⁱ Department of Environmental Planning, Shokei Gakuin University

ⁱⁱ Cambridge Econometrics

ⁱⁱⁱ Faculty of Human Environmental Studies, Hiroshima Shudo University

^{iv} Faculty of Economics, Yanaguchi University

^v Institute of Economic Research, Kyoto University

^{vi} Graduate School of Fisheries and Environmental Sciences, Nagasaki University

^{vii} Faculty of Economics, Meijo University

Abstract

This paper investigates the effects of nuclear and coal power regulation on future power generation mix and CO₂ emissions in the four East Asian countries using the E3ME-Asia model complemented by a simulation model of power technology diffusion, FTT:Power. The model results from FTT:Power and E3ME indicates that, a phasing out of nuclear power is likely to result in increases in electricity generation from coal, and does not contribute much to the diffusion of renewable technologies, because in this paper we did not introduce renewable support policies such as feed in tariff or carbon taxes. Therefore, coal power has become the most cost-effective generation technology in the case of nuclear regulation. Similar results occur in the phasing out of coal scenario. Due to lack of supporting policies for renewable technologies, reduction of coal power generation results in increasing nuclear and gas-fired thermal power generation. Meanwhile combined scenario of phasing out coal and nuclear power plants at the same time, generation from renewable energy increase but not considerably. Finally our analysis concludes that additional policies, on top of regulations, to promote renewable and reduce fossil fuels energy sources are necessary if the ambitious renewables and carbon emission reduction targets are to be met.

KEY WORDS : Future power generation mix, East Asia, E3ME-Asia model, FTT:Power, Renewable energy

1. Introduction

This paper investigates the effects of nuclear and coal power regulation on power generation mix and CO₂ emissions from 2017 to 2050 in the four East Asian countries (China, Japan, Korea and Taiwan). The analysis was carried out using the E3ME-Asia model (we call this E3ME model for simplification) complemented by a simulation model of power technology diffusion, FTT:Power (Mercure, 2012). Ogawa, Y. et al. (2015) analyzed similar effect of nuclear and coal power regulation scenarios from 2015 to 2030 using the same modeling tool. Comparing to Ogawa's paper, policy scenarios in this paper are more sophisticated than before and estimation period are extended from 2030 to 2050.

Having extended period to 2050 means that renewable energy technology will have further evolved. Broadly, research forecasts that the costs of renewable energy generation, and primarily solar power, might become lower than costs for nuclear and coal as the solar

reaches grid parity (see, for example, the Center for Low Carbon Society Strategy, Japan (2015), and Cambridge Econometrics (2016)). Besides, most existing coal-fired thermal generation facilities in East Asia will have recouped capital costs (eliminating the capital stock lock-in effect) by 2050, and this timeframe is long enough to ensure an easy transition to renewable energy generation.

We set the reference power generation scenario by using actual data and the assumption of in the Asia/World Energy Outlook (AEO)'s reference scenario produced by the Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ) in 2016. Energy statistics projections for East Asian countries through to 2040 (in the reference scenario and advanced technologies scenario) are more detailed in the AEO than in all other reports. We extend AEO projections to 2050 by extrapolating the trend from 2030 to 2040.

In the first scenario, we analyze nuclear regulations. The second scenario we analyze coal-fired power plants regulations. The third and final scenario analyses the restriction on both nuclear and coal-fired power. The focus

of this paper is on how coal and nuclear regulations affect the power mix and the power sector emissions. The economic impacts of these same scenarios are explored in Lee, S, et. al. (2018).

In this paper, Section 2 provides an overview of the current power sector situations and related policies in each of the four regions; Section 3 describes the E3ME-FTT modeling methodology that was applied. Sections 4 and 5 describe the scenarios that were assessed, and show the corresponding energy mixes in each case. Section 6 concludes by outlining policy implications from our analysis.

2. Overview of the power sector in East Asia

(1) China

Since initiating market reforms from 1978, China's rapid economic development has brought about a growing demand for electricity. In 2014, it had the largest installed electricity generation capacity in the world with 1505 GW and generated 5679 TWh (IEA, 2016). Characteristically, most of the electricity comes from fossil fuel, supported by massive domestic production. In 2014, 74.7% of electricity was provided by thermal power generation (excluding Hong Kong) (IEA, 2016). Coal is the main source of electricity generation, providing 72.3% of electricity and coal used in power generation alone accounts for 47% of energy-related CO₂ emissions in the country (IEA, 2016). On the other hand, hydropower was the largest among non-fossil fuel energy sources, accounting for 18% of electricity supply (IEA, 2016).

Public concerns over local air pollution and increasing greenhouse gas (GHG) emissions from coal combustion were triggered because of the extremely high levels of PM2.5 in key regions. In order to tackle these crisis, air quality policies, including coal consumption caps in some Chinese provinces was implemented from 2013. Energy strategies for developing other energy sources and moving away from coal dependency have become important. In recent history, China's renewable energy industry is characterized by fast growth and an enormous installed base. As a result of this, it has the largest capacity of renewable energy capacities in the world (199 GW, not including hydropower)⁽¹⁾, however, challenges included lack of transmission infrastructure and curtailment of wind and solar PV generation (REN21, 2016).

Energy Development Strategy Action Plan (2014-

2020), published by the state council in 2014, aims to reduce China's high energy consumption per unit of GDP through a set of measures and mandatory targets, promoting a more efficient, self-sufficient, green and innovative energy production and consumption. The targets include a cap on annual primary energy consumption, set at 4.8 billion tce (ton of standard coal equivalent) until 2020. The annual coal consumption should be held below 4.2 billion ton until 2020. The share of non-fossil fuels in the total primary energy mix is to rise to from 9.8% in 2013 to 15% by 2020.

In addition, national policy on nuclear power has moved from 'moderate development' of nuclear power to 'positive development' in 2004, and after the Fukushima Accident in 2011-12, to 'steady development with safety'. The national nuclear capacity target for 2020 became 58 GW in operation and 30 GW under construction, then up to 150 GW by 2030, and much more by 2050⁽²⁾. China's 13th Five-Year Plan (FYP) on National Economy and Social Development (2016-2020) (National 13th FYP) unveiled in March 2016 outlines an energy consumption cap and a target goal for the share of non-fossil-based energy in the total primary energy consumption by 15%. Furthermore, China's 13th Five-Year Plan for Energy Development (Energy 13FYP) (2016-2020) and the 13th Five-Year Plan for Electricity Development (Electricity 13FYP) (2016-2020) issued by the Chinese National Development and Reform Commission (NDRC) in the same year announced more specific goals of power installed capacity (as shown in Table 1). Electricity 13FYP also outlined the main development direction for China's electricity sector and includes technology-specific targets, goals for grid expansion, as well as projections for electricity demand growth.

China 2050 High Renewable Energy Penetration Scenario and Roadmap Study (2050 Road map) written by the Energy Research Institute (ERI) of the NDRC analyzes how China can gradually phase out fossil energy, especially coal under the high renewable energy penetration scenario. The study results show that it is both technically and economically feasible for renewable energy to satisfy over 60 percent of China's primary energy consumption and 85 percent of electricity consumption by 2050.

(2) Japan

The Fukushima nuclear power plants accident on 11 March 2011, caused by the Great East Japan Earthquake has completely changed the basis on which Japanese energy and climate policy was built. Nuclear

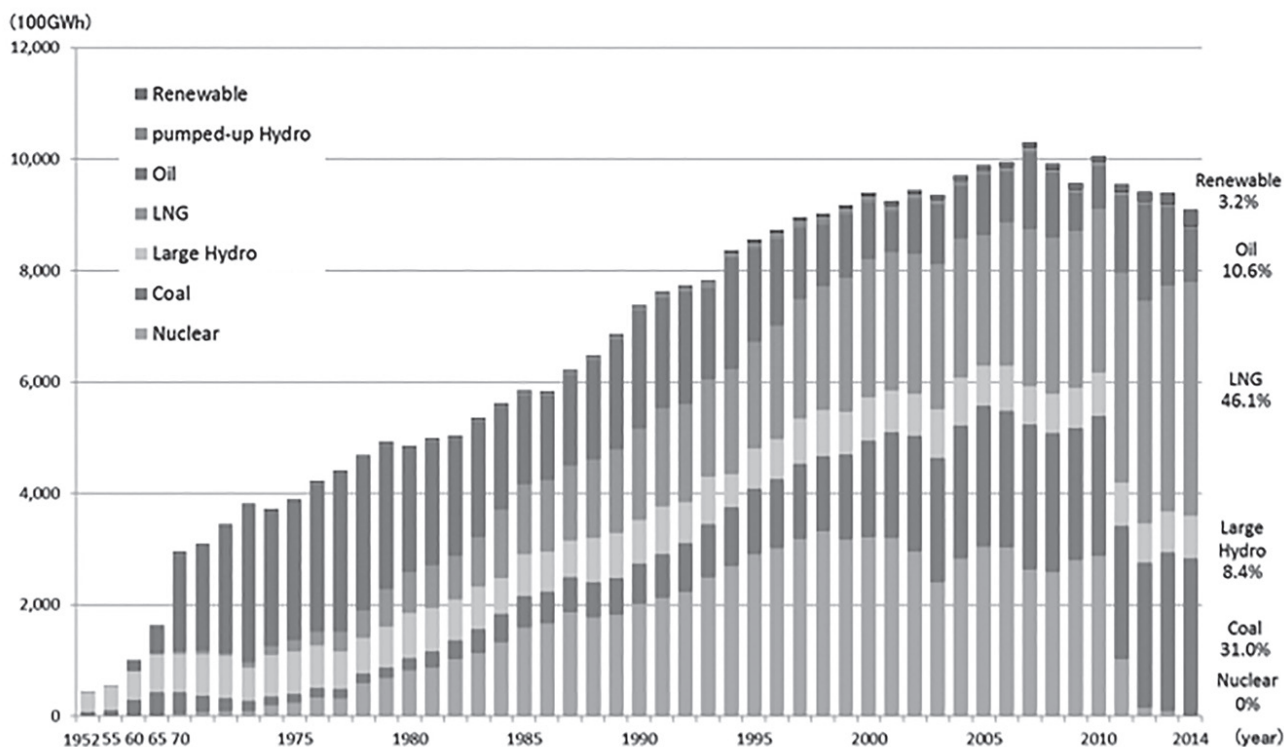
Table 1 Power generation mix plan by NDRC (GW)

	2015 achievements	Targets by 2020		Targets by 2050
		Energy Development Strategy Action Plan	Electricity 13FYP	2050 Road Map
Hydropower	320 GW	350 GW	380 GW (including 40 GW of PSP ⁽³⁾)	554GW
Nuclear	27GW	58GW	58GW	100GW
Wind	131 GW	230 GW	210 GW	2396GW
Solar PV	43 GW	100 GW	110 GW ⁽¹⁾	2696GW ⁽²⁾
Bioenergy	10.3 GW	30 GW	15 GW	133GW ⁽³⁾
Geothermal	0.03 GW	0.1 GW	N-A	11GW
Coal	900GW	N-A	<1100GW	886GW
Gas	66GW	N-A	110GW	220GW

Source: State council(2014), ERI(2015), IEA(2016), NDRC(2016)

Note:1) including distributed solar energy systems, 2) including distributed solar energy systems, 3) including biomass pellets, straw and stalks and biogas.

Figure 1 Generation mix in Japan



Source: Agency for Natural Resources and Energy, Japan (2016)

power was regarded as the main source of electricity generation. There were 54 commercial nuclear power plants in Japan and electricity output from nuclear power accounted for about 25-30% of total electricity supply before the accident (see Figure1 , Source: Agency for Natural Resources and Energy, Japan (2016))

Before the accident, energy and climate policy in Japan relied heavily on the expansion of nuclear power capacity, and the Japanese government had planned to build 14 new nuclear plants by 2030. However, immediately after the crisis, most nuclear power plants stations have temporarily shut down to examine the official safety

analysis and it does not seem likely that new nuclear power plants will be built in the future because of the strong public opinion against nuclear power.

The Ministry of the Environment Japan established a new regulatory agency for nuclear power plants after the Fukushima accident Which is named the Secretariat of the Nuclear Regulation Authority (NRA). The NRA brought in a new regulation for nuclear power plants, and all nuclear power plants have to pass all the safety criteria under the new law when they restart their plants. The NRA also introduced a lifetime regulation such that nuclear power plants in Japan cannot operate over 40 years. Fukushima No.1 nuclear power plant, which have 6 reactors, has already been determined to decommission. The rest of 48 nuclear power plants were temporary shutdown from September 15th 2013 ⁽⁴⁾ to August 14th 2015 ⁽⁵⁾ .

12 nuclear power plants (Kashiwazaki unit No.6 and No.7, Mihama unit No.3, Takahama unit No.1 to No.4, Ikata unit No.3, Genkai unit No.3 and No.4, and Sendai unit No.1 and No.2) passed the official safety test. 5 plants (Takahama unit No.3 and No.4, Ikata unit No.3, and Sendai unit No.1 and No.2) have already restarted as of December 2017 and 7 plants are under investigation to restart. In total 14 nuclear power plants, including Fukushima No.1 power plants, have been decommissioned as of December 2017 because these plants have already operated for almost 40 years and it is not cost effective to introduce additional improvement works to pass the official safety test under the new law. Table 2 summarizes actual condition of Japanese nuclear power plants.

Because of the reduction in nuclear generation, thermal power generation has substituted the entire nuclear

power generation. This results in an increase in the electricity generation cost and CO₂ emissions. In 2014, fossil fuels provided 87.6% of electricity supply in Japan (see Source: Agency for Natural Resources and Energy, Japan (2016)). The import bill for fossil fuel went up by 2.4 trillion JPY from 2010 to 2013 (Japan Renewable Energy Foundation, 2014). At the same time, CO₂ emissions from the power generation sector have increased by 110 MtCO₂ in 2013 compared to 2010 (Agency for Natural Resource and Energy 2014).

Japanese utilities called for bids for 10 GW of new thermal power plants in 2014 and all the new capacities will switch to coal power plants by 2020 because the variable generation cost of a coal power plant is lower than that of a gas power plant. In addition, the Japanese government accelerated electric retail market deregulation in 2016. This has caused independent power producers to construct 5GW of new coal plants because they intended to enter the electricity market by making use of cheap coal electricity to their advantage. As a result, new investment in coal plants amounting to about 15 GW are under planning in Japan currently.

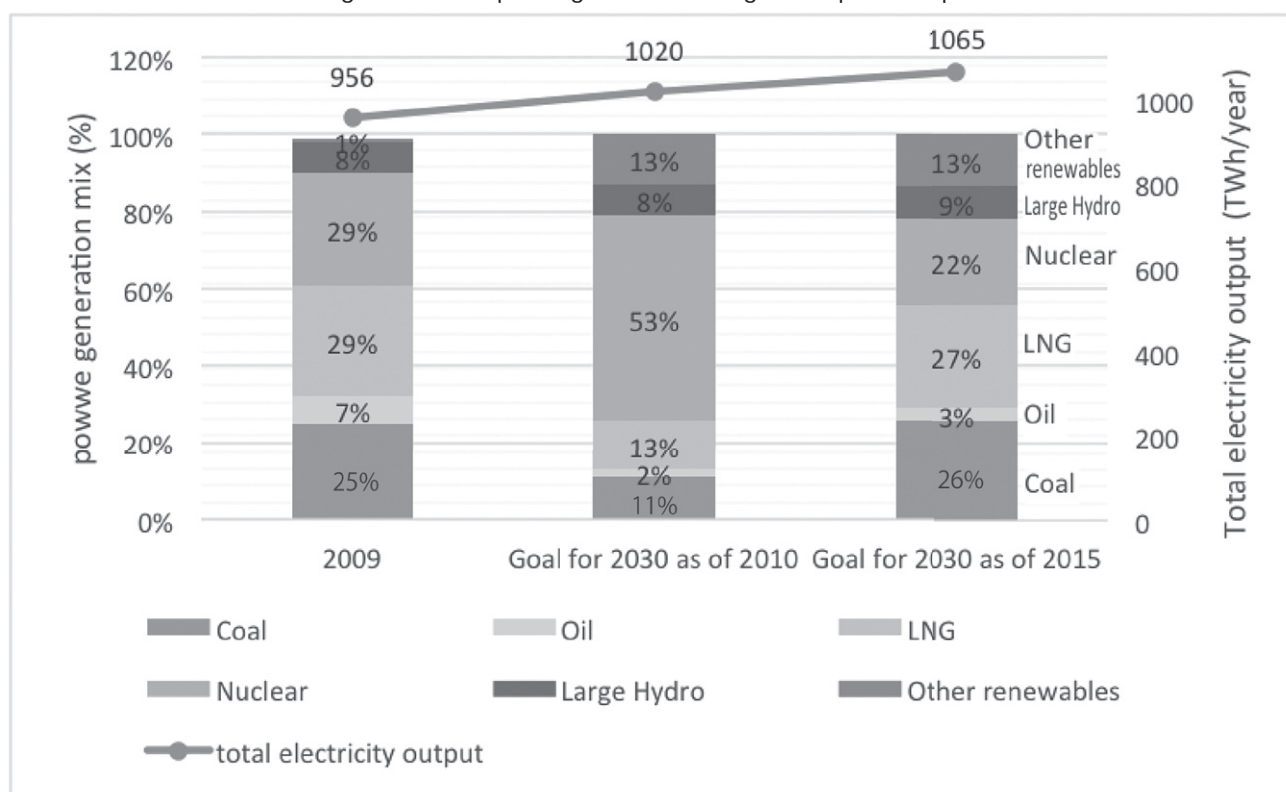
Before the accident at the Fukushima nuclear power plant, Japan's GHG emission reduction target was 25% lower than the 1990 level. In order to achieve this goal, it is necessary to drastically increase the low-carbon source of power supply, and in the Third Energy Plan issued in 2010 in Japan, the share of nuclear power generation in the power mix in 2030 is 53%. After the Fukushima Nuclear Power Plant accident, it became difficult to restart nuclear power generation and to construct a new nuclear power plant, so the power supply composition in 2030 was greatly revised in 2015. As shown in Figure 2, the target share of nuclear power

Table 2 Actual condition of Japanese nuclear power plants as of December 2017

Application for reactor installation is submitted (as of 2016)		Application for reactor installation is not submitted yet	decided decommissioning after 2011	(unit)		
				total		
25		15	14	54		
Amendment of reactor installation license was permitted by NRA					Application for reactor installation is under review by NRA	
12					13	
already operating	not yet operation					
5	7					

Source: prepared by the author

Figure 2 Future power generation configuration plan in Japan



Source: Agency for Natural Resources and Energy, Japan (2015)

generation in the power generation composition in 2030 has decreased to 22%. Observing the change in the current target from the target in 2010, it turns out that the share of renewable energy has not changed. On the other hand, coal thermal power generation and gas-fired thermal power generation have taken over the amount of power generation of nuclear power generation. In the Paris Agreement, Japan has the goal of reducing GHG by 26% compared to 2013. In order to achieve this climate change target, it is necessary to suppress the carbon intensive power generation and extend renewable energy larger than currently planned.

(3) Korea

Total Korea power generation in 2015 was more than 528 TWh, according to Korea Electric Power Corporation (KEPCO). Korea's power generation has increased by an average of 4% annually since 2005. Although in the past two years, electricity consumption growth rates have slowed down to around 1%. This recent deceleration of electricity consumption is attributed to weaker economic demand and export growth, more temperate weather, and demand side management.

The 7th Basic Plan for Long-term Electricity Supply

and Demand published in 2015 showed, the Korean government lowered its anticipated electricity demand growth to 2.2% annually to 2029. The government intends to cut its greenhouse gas emissions through energy conservation measures and through the use of cleaner energy from nuclear and renewable energy sources.

Fossil fuel sources of Korea's electricity generation in 2015 account for 64%, while the share of nuclear power was 31%, and 5% came from renewable sources, including hydro-electricity. Coal-fired power, which was a baseload source, was the dominant fossil fuel used to generate electricity, and natural gas the second largest. Oil contributes to a very small amounts of power generation. Although fossil fuel-fired capacity is dominant in Korea in 2015, nuclear power is also a baseload power source. In 2015, about 55% of electricity consumption was from industries, 25% from commercial and service enterprises, 13% from the residential sector, and 6% from other sectors such as transportation and agriculture.

Korea government has the goal of reducing its greenhouse gas emission levels by 37% from business-as-usual projected levels in 2030. However, the new government of Moon Jae-in started in early 2017

Table 3 Power generation capacity by sources in Korea (2014-2029) (unit:%)

	2014 Achievements	Targets by 2029
Nuclear	22.2	23.7
Coal	28.2	26.7
LNG	28.7	20.5
New and Renewable Energy	6.7	20.0
Others	14.2	9.1

Source: The Ministry of Trade, Industry and Energy(2016)

aims to abolish nuclear power generation in the long term. The government already shut down its oldest Gori-1 nuclear power plant on June 19, 2017. This policy will increase CO₂ emission because nuclear will be substituted by coal and gas.

The government also declared to reduce domestic fine dust emissions by 30 % by 2022. This will be achieved by shutting down old coal-fired power plants and reducing the number of diesel car on the street. This policy will decrease CO₂ emission because coal-fired power is a baseload source in Korea.

Renewable sources (primarily solar, wind, biomass, and waste) account for 5% of electricity generation in 2015. Korea had a feed-in tariff (FIT) system but it was replaced by the Renewable Portfolio Standard (RPS) in 2012 to promote renewable energies. The forth basic plan for new and renewable energies (2014-2035) in Korea includes a new and renewables (NRE) target of 5.0% in the primary energy supply by 2020 and 11% by 2035. The generation target is to achieve 13.4% of total power generation with NRE sources by 2035, with a focus on solar and wind energy, while scaling down waste energy.

The new government announced that it will expand 20% of total power generation with NRE sources by 2020. However, the government does not propose concrete policies to achieve this target. The 8th Basic Plan for Long-term Electricity Supply and Demand will be published in 2018. It has to include policies and measures to achieve targets on nuclear, coal and renewables power generations (see Table 3).

The Korean government announced the 4th Basic Plan New and Renewable Energies in 2014. In this plan, 11.0% of the total primary energy supply should come from new and renewable energies by 2035. As shown in Table 4, it also suggests reduction in the relative importance of waste while developing solar and wind power as main energy sources, so that 13.4% of total electric energy is supplied by new and renewable energies by 2035.

(4) Taiwan

Total power generation amount of Taiwan in 2016 is 264 TWh, which was an increase of 2.3% over 258 TWh in 2015. Of this total, pumped-storage hydropower contributed 1.3%, thermal power 82%, nuclear power 12%, and conventional hydropower, geothermal, solar

Table 4 New and renewable energies supply composition ratio (2014-2035) (unit:%)

	2014	2025	2035	Mean annual growth rate
Solar-thermal	0.5	3.7	7.9	21.2
Solar-PV	4.9	12.9	14.1	11.7
Wind	2.6	15.6	18.2	16.5
Biomass	13.3	19.0	18.0	7.7
Hydroallic	9.7	4.1	2.9	0.3
Geothermal	0.9	4.4	8.5	18.0
Marine	1.1	1.6	1.3	6.7
Waste	67.0	38.8	29.2	2.0
Ratio of total primary energy supply	3.6	7.7	9.7	11.0

Source: Hwang In-Ha(2014)

and wind power, biogas, biomass and waste constitute 4.8%. The total fuel consumption of thermal power stations of Taiwan power company in 2016 was 30 million KLOE, which was 2.4% more than 29.3 million KLOE in 2015. Of this consumption, coal comprised 50.4%, diesel oil 0.4%, fuel oil 8.4%, and LNG 40.9%. In 2016, the amount of electricity consumed by consumption was 7.4% by the energy sector own use; 53.1% by industry; 0.5% by transportation; 1.1% by agriculture, forestry and fishery; 19.3% by service; and 18.5% by residences. When compared with 2015, energy sector own use decreased by 0.5%; industry increased by 1.6%; transportation increased by 1%; agriculture, forestry and fishery increased by 0.2%; service increased by 1.7% and residences increased by 5.5%. In 2016, the per capita electricity consumption was 10,928 kWh, which was an increase of 1.9% compared with 10,720.7 kWh in 2015 (BOE, 2017).

In Taiwan, the Bureau of Energy (BOE), Ministry of Economic Affairs (MOEA) is the authority responsible for drafting and carrying out the national energy policies, laws and regulations. To cope with the internationalized and liberalized trend of economic development, the energy policies have changed greatly in recent years. On the one hand, it actively encourages energy enterprises to become liberalized and private, opens private power plants and petroleum refining industry, so as to make the domestic oil and electricity price regulated and transparent, and strengthens the management of energy demands. On the other hand, it emphasizes the energy and environmental issues and countermeasures, with the expectation of achieving economic growth, environmental protection and balance of energy demands (Chen, 2014).

All these indicate that Taiwan's energy industry is stepping into liberalization through the relevant laws and regulations. However, since there are still many social factors needed to be taken into consideration with these liberalization policies, the legislations seem not take effect as expected.

Taiwan is now on the path towards its own energy transformation. The Democratic Progressive Party (DPP) administration started from May, 2016 has vowed to eliminate nuclear power in Taiwan, while simultaneously slashing greenhouse gas emissions by 20% from 2005 levels in line with both domestic law and international commitments. At the same time, it pledges to maintain an adequate, reliable, and affordable electricity supply to power Taiwan's industrialized economy. More than

replacing the 16% of electricity currently generated by nuclear power, the government aims to see 20% power generation from renewables, based on a planned 20GW of installed solar power capacity and 3GW of offshore wind power. The administration also expects energy conservation efforts to save the equivalent of generation from two nuclear power plants, and envisions investments in renewable energy as sparking new global business opportunities for Taiwan's industrial sector. And all of this is to be achieved in less than a decade by 2025 (see Table 5).

3. Modelling method

In this section, we describes the tools used to model power technology mix in East Asia. The tool used is the E3ME model (Cambridge Econometrics, 2014), complemented by a simulation model of power technology diffusion, FTT:Power (Mercure and Salas, 2012)⁽⁶⁾. E3ME provides the demand for electricity-given industrial activity, household income and electricity prices in 59 world regions including China, Japan, Korea and Taiwan. FTT:Power takes this electricity demand as an input, determines the technology mix with given electricity sector policies such as carbon taxes or technology support mechanisms, and calculates electricity price, power sector investment, power sector fuel demand and its GHG emissions. These FTT outputs are fed back to E3ME to obtain feedbacks on electricity demand and other economic impacts. The coupled E3ME-FTT model has been used for to analyze the impacts of climate policy instruments for emission reductions worldwide in the past (Mercure et al., 2014).

(1) The dynamical equation

FTT:Power is composed of two parts: the choice of investors and the diffusion of technology. The choice of investors is represented by using a method related to discrete choice theory, a binary logit (see the appendix in Mercure et al., 2014), involving sets of distributed diverse agents making cost comparisons between available options. These choices are used to drive the diffusion of technology options according to the rate of replacement (using life expectancies) and the rate of construction. Technical constraints, such as those related to the predictability and/or flexibility of power sources, may not allow particular compositions to arise, due to grid stability problems (e.g. 100% wind power); it

Table 5 The target goal of renewable energy in Taiwan
(unit: MW)

	2015	2020	2025	2030
Hydro	2,089	2,100	2,150	2,200
Wind	737	1,720	3,200	5,200
Solar	842	3,615	6,200	8,700
Biomass	741	768	813	950
Geothermal		100	150	200
Total	4,409	8,303	12,513	17,250

Source: Bureau of Energy MOEA, Taiwan (2017)

is assumed that investors, seeking to avoid stranded assets, have the foresight to avoid making such investment errors. Representing technology choice and using a matrix of preferences between every possible pair of options F_{ij} , a matrix of timescales of technological change A_{ij} and technical constraints G_{ij} , the central equation driving FTT:Power is a set of non-linear finite differences equations:

$$\Delta S_i = \sum_j S_i S_j (A_{ij} F_{ij} G_{ij} - A_{ji} F_{ji} G_{ji}) \frac{1}{\tau_j} \Delta t. \quad \text{Eq.(1)}$$

where S_i is the generation capacity, t is time, and τ_j is life expectancy

This equation generates, for two competing technologies, slow diffusion at low penetration, and then fast diffusion at intermediate stages before saturating at high penetration. It represents, however, the competition between 24 possible technology options (see Mercure and Salas (2012) for a full list of technology options) that can produce more complex patterns – including, for instance, the technology ladder where series of intermediate technologies may diffuse in and out of the system.

(2) Timescales of diffusion

The diffusion of technologies in FTT:Power, expressed by Eq. (1), follows simple population dynamics. Eq. (1) can either be called a ‘Replicator Dynamics’ (as in evolutionary theory) or ‘Lotka-Volterra’ (as in population biology). As is commonly done in survival analysis (and demography), one may define survival functions for technologies, corresponding to the probability of survival over years. By also determining a differential rate of up-scaling for these technologies, one may derive dynamics of technological change that respect Eq.(1) the statisti-

cal lifetime of technologies and Eq.(2) the rate at which they can be replaced, beyond what is related to investor choices. This theory is explained in detail elsewhere (Mercure and Salas, 2013), and leads to Eq. (1).

(3) Natural resource use

The diffusion of renewable power technologies in FTT:Power is limited by the availability of natural resources using cost-supply curves. In this framework, costs increasing with increasing levels of development are fed into costs that influence investor choices, limiting adoption when costs become prohibitive. For this purpose an extensive assessment of renewable energy resources was carried out on the basis of both literature – with some of the results taken from land-use models – and calculations by the authors (Mercure and Salas, 2012). This is included in the terms for investor choices F_{ij} .

In the case of non-renewable resources (fossil and nuclear fuels), a more complex depletion algorithm is used that generates path-dependent scenarios of depletion when given the price history (Mercure and Salas, 2013). In this calculation, the cost distribution of non-renewable resources consumed, and the cost distribution left for future consumption, depends on the price history of the commodity; thus, the price is determined as that generating the required supply. This methodology can reproduce depletion dynamics that are consistent with classic peak oil theory depletion profiles, however, including both conventional and unconventional resources as well as some of the dynamics of the global market. Fuel costs are included in the calculation of levelized costs carried out by investors.

(4) Peak demand, energy storage and grid stability

Grid flexibility issues, peak demand and energy storage are understood in FTT:Power as simple limits to the

shares of every technology, beyond which the system becomes unstable. Broadly speaking, three types of electricity generation exist: (1) baseload systems, which we define as having an output that cannot be changed rapidly (in several hours or days, e.g. nuclear and coal), (2) flexible systems, which can change their output rapidly enough to compensate for rapid changes in demand or variable supply (in minutes, e.g. gas turbines, oil generators or hydro), and (3) variable systems, renewables systems that have an uncontrollable variable output (e.g. wind, solar and wave). To maintain stability and supply demand, a grid cannot be uniquely composed of variable or baseload systems, the difference between the supply of baseload together with variable systems and the demand must be buffered by flexible systems, which can switch on and off at the right times. An additional constraint arises related to the profile of the daily demand, which requires further flexibility. However, flexibility can also be provided by storage of electricity, which can displace the time profile of the (demand – variable supply) profile and loosens the constraint.

These limits are compactly expressed as inequalities for different types of share, also shown schematically in Figure 3: where S_{flex} , S_{base} and S_{var} stand for the total shares of flexible, baseload and variable systems, respectively. $\frac{\Delta U_D}{U_{tot}}$ stands for the peak load to total capacity

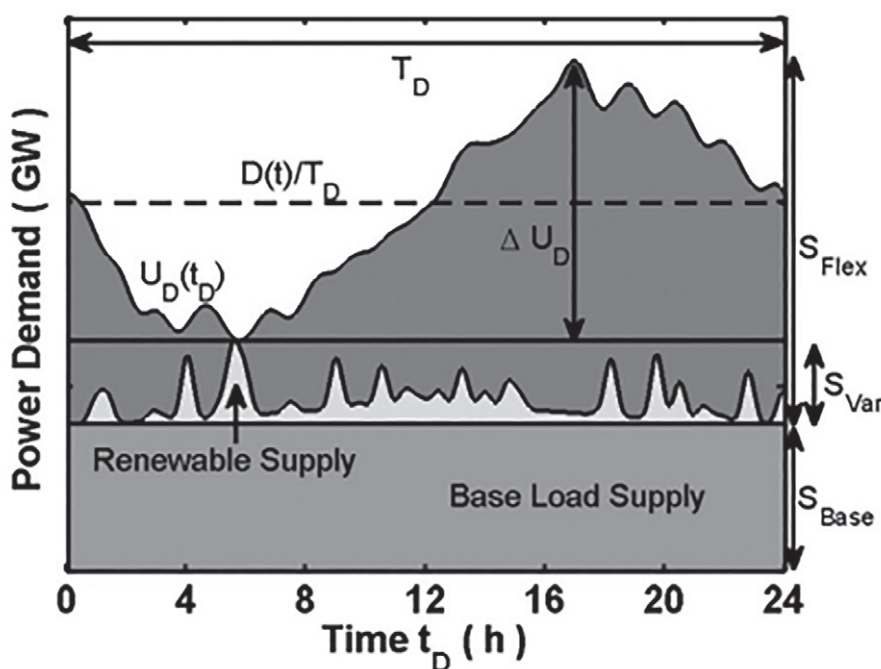
ratio, and $\frac{U_s}{U_{tot}}$ stands for the ratio of electricity storage production capacity to total capacity. \overline{CF} is the weighted average capacity factor and $\frac{\Delta D}{D}$ is the peak to average electricity demand ratio. $\frac{U_{var} T_D}{D}$ is the total generation that would be produced by variables were they to have 100% capacity factors, and $\frac{E_s}{D}$ is the total energy storage to total demand ratio. \overline{CF}_{rated} is the weighted average factory rated capacity factors.

Because operating flexible generators in order to backup variable renewables leads to lower capacity factors – as they run only a fraction of the time every day – these inequalities also determine the maximum capacity factors that can be used for flexible technologies.

Thus, because of the share limits, as long as flexibility exists in ample supply no restrictions constrain the development of any technologies. However, when a system ventures near one or the other of its share limits, some types of share exchange become prohibited in Eq. (1).

This can lead to several possibilities. For instance, the variable renewables market may separate from the baseload market, where variable technologies compete for the amount of shares allowed by the amount of flexi-

Figure 3 Simple representation of the share limits for grid stability, associated to Eq. (2-5)



Source: Mercure and Salas (2012)

$$S_{flex}CF_{flex} + S_{var}CF_{var} + S_{base}CF_{base} = \overline{CF} \leq \overline{CF}_{rated}, \quad \text{Eq. (2)}$$

$$S_{flex}CF_{flex} + S_{var}CF_{var} \geq \overline{CF} \left(\frac{\Delta D}{D} + \frac{U_{var}T_D}{D} + \frac{E_s}{D} \right), \quad \text{Eq. (3)}$$

$$S_{flex} - S_{var} \geq \left(\frac{\Delta U_D}{U_{tot}} - \frac{U_s}{U_{tot}} \right), \quad \text{Eq. (4)}$$

$$S_{base} + S_{var} \leq \left(\overline{CF} - \frac{1}{2} \frac{\Delta U_D}{U_{tot}} + \frac{U_s}{U_{tot}} \right), \quad \text{Eq. (5)}$$

bility available; and this can take place at a different price level compared to baseload technologies. Similarly, the market for flexible generation can also form a sub-market at a different price level in order to accommodate the amount of renewables or peak demand. It is often the case that increases in renewable energy are limited by the degree of flexibility and storage. A focus on renewable energy needs to be combined with increases in its storage capacity, demanding management to enable further growth. ⁽⁷⁾

(6) Linkage between FTT:Power and E3ME

The two models, FTT:Power and E3ME, are fully integrated within a single framework. While E3ME iterates within a year, it estimates the electricity demand for each region and FTT:Power estimates how the demand will be met. Prices of different fuels are also passed from E3ME to FTT:Power to calculate the cost of electricity generated through technologies that use fuels. Given these information, FTT:Power determines how the electricity demands can be met by 24 technology options. The electricity price, investment cost for new plants and the fuel use are then passed from FTT:Power to E3ME. The electricity price affects the demand, and the demand is fed back into the iteration process. Investment costs outline the intermediate demand from the power sector to other industries through an input-output relationship. Owing to data limitation, investment in the power sector is treated the same for all types of energy-generating technology. Fuel use is used to calculate the emissions.

4. The scenarios

We investigate the effects of nuclear power and coal power regulation on power generation mix and CO₂ emissions from 2017 to 2050 in the four East Asian countries. The scenarios are set based on different nuclear and coal power plants capacity assumptions.

(1) Baseline scenario

To investigate the effect of energy policy on power generation mix between 2017 and 2050, installed capacity of nuclear and coal power plants in 2017 were set at the actual level ⁽⁸⁾ and projected forward to 2040 using data from AEO2016, estimated by the Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ). AEO2016 gives the assumption of power generation mix in 2030, and 2040 in each of the four countries. Based on historical data, the annual operational rate of coal power plant in Japan, Korea and Taiwan is set at 0.70, China's operational rate of coal power plant is set at 0.60, and the annual operational rate of nuclear power plant is set at 0.85 for all four countries. These operation rates were used when we calculate annual electricity output from each power generation technology ⁽⁹⁾. The original assumptions of E3ME were used for the other inputs, including historical economic statistics ⁽¹⁰⁾.

Installed capacity of nuclear and coal power plants were interpolated between AEO2016 reference years (e.g. between 2017 and 2030 and between 2030 and 2040). Taking account of the current nuclear power situation of Japan, we assumed 16 GW of nuclear power capacity to restart in 2020 (based on the official safety analysis by NRA ⁽¹¹⁾). Therefore, in Japan, installed capacity of nuclear power plant was also interpolated between

Table 6 Baseline assumption of the installed capacity of nuclear and coal power plants
 (unit:GW)

Year		2017	2020	2030	2040	2050
China	Nuclear	35.8	-	94.2	131.3	168.4
	Coal	906.4	-	979.3	1091.9	1204.5
Japan	Nuclear	4.4	16.0	22.3	18.8	15.4
	Coal	45.8	-	53.0	50.2	47.5
Korea	Nuclear	23.1	-	41.5	41.5	41.5
	Coal	25.7	-	43.5	46.5	49.4
Taiwan	Nuclear	5.1	-	4.4	4.4	4.4
	Coal	14.5	-	19.2	18.4	17.6

Source: The Institute of Energy Economics, Japan (2016)

2017 and 2020, and between 2020 and 2030. In addition, we extrapolate trends to 2050 using growth rates between 2030 and 2040 as the baseline (see Table 6).

(2) Policy scenarios

a. Scenario 1 – limiting the capacity of Nuclear power (S1)

Scenario 1 investigates the effects of nuclear power regulation on generation mix and CO₂ emissions from 2017 to 2050 in the four East Asian countries. In this scenario, nuclear power plants capacity is either greatly reduced or phased out entirely.

■ China, Japan, and Korea

The NRA in Japan introduced a lifetime regulation after Fukushima accident and nuclear power plants in Japan cannot operate more than 40 years in principal. In this analysis, we assumed that all reactors stop operating when they reach the end of their lifetime of 40 years in each countries⁽¹²⁾. In addition, new nuclear power plants are not allowed to construct after 2020. Therefore, in Scenario 1, the number of nuclear capacity from 2017 to 2020 is consistent with that of reference scenario, and decrease gradually along with the life time of each nuclear power plants from 2020 to 2050 (see Figure 4).

■ Taiwan

Taiwan government decided to phase out of nuclear power plant by 2025. Therefore, current three nuclear power plants are assumed to shut down along with the 40 years life time from 2018 to 2025 (see Figure 4).

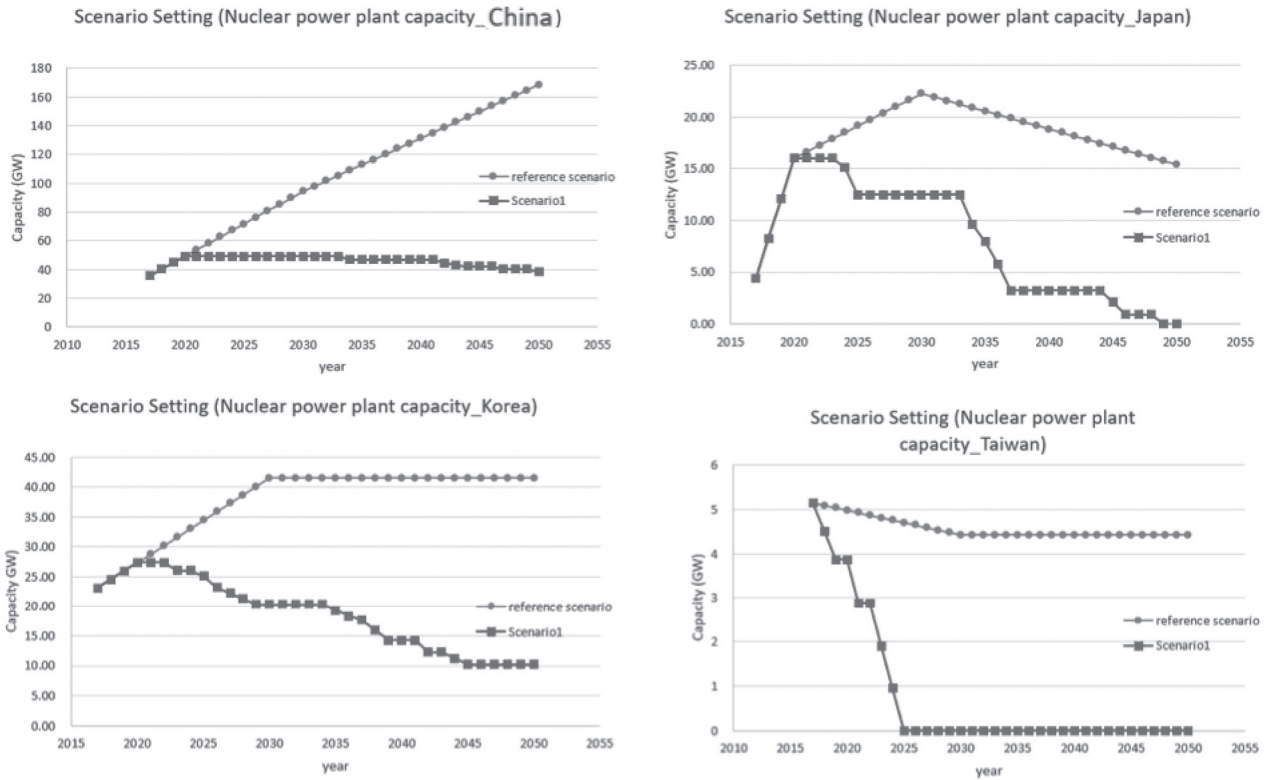
b. Scenario 2 – limiting the capacity of coal-fired power (S2)

In Scenario 2 (restrictions on coal), it is assumed that the installed capacity of coal-fired thermal power is greatly reduced in East Asia. Scenario 2 aims to reduce CO₂ emissions in order to address the climate change issue. In all countries, we assume no construction of coal-fired power plants from 2020 to 2030, and the installed capacity of coal power plant linearly decrease to zero from 2030 to 2050 (see Figure 5). In China, National Development and Reform Committee (NRDC) planned to reduce the share of coal power generation from 67.5% in 2015 to 6.8% in 2050 in their Power Generation mix under High Penetration Scenario in 2015. In Korea, there is a plan to shut down four coal power plants from 2018 to 2025⁽¹³⁾. Therefore, in Scenario 2, the installed capacity of coal power plant is gradually reduced from 2018 to 2025 in Korea. It should be noted that our coal power regulation assumptions in this scenario are not unrealistic considering the current trend of coal power reduction policies in East Asia.

c. Scenario 3 – limiting both nuclear and coal-fired power (S3)

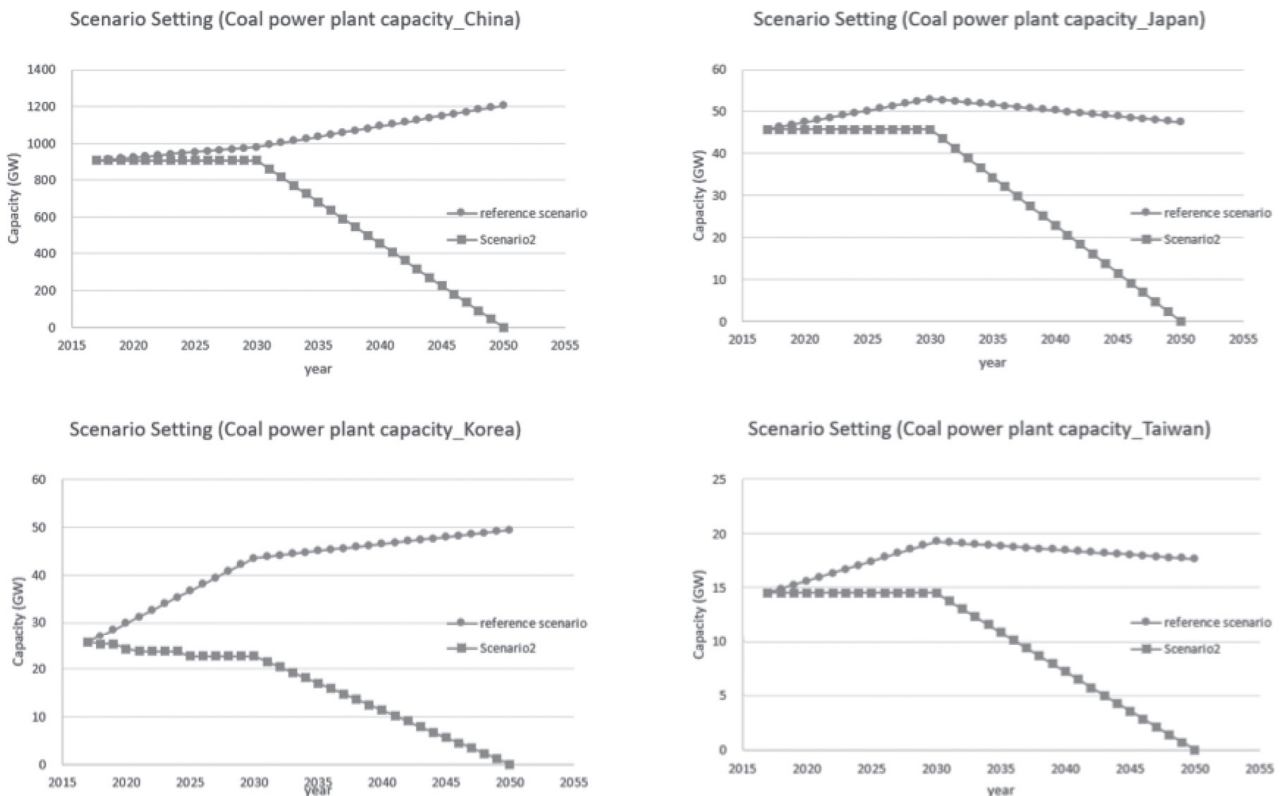
Scenario 3 (simultaneous restrictions on both nuclear and coal-fired thermal) assumes simultaneous application of Scenario 1 and Scenario 2. That is, restrictions on nuclear under Scenario 1 and restrictions on coal-fired thermal power in Scenario 2 are implemented at the same time.

Figure 4 comparison of nuclear power capacity between reference scenario and scenario 1



Source: prepared by the author

Figure 5 comparison of coal power capacity between reference scenario and scenario 2



Source: prepared by the author

5. Modeling results

(1) China

Figure 6 shows model results of the changes in the power generation mix by technology in China. In the baseline scenario, the share of renewable energy does not increase significantly from 2017 to 2050. The reason behind this, is although renewable energy increases in absolute term, coal – which is the baseload technology dominating the China’s power sector –grows even faster to supply the rapidly increasing electricity demand. This condition makes further diffusion of renewable energy comparatively difficult. The result of S1 shows that limiting nuclear without other policy means generation shifts back to coal. In addition, we also see only 1.2% increase in renewable technologies compared to the baseline as coal become the main source of power generation. The reason given for this slight increase include (1) an avalanche effect due to economy of scale from coal generation, (2) no coal restrictions in S1, and (3) no incentive to invest in other technologies as coal is the cheapest. On the other hand, our estimation shows that electricity price falls almost 1.6% in 2050 from baseline as cheap coal dominate the power supply, electricity demand increases by almost 0.3%. Meanwhile, limiting coal to zero is a major policy in China because power generation from coal accounts for more than half of total generation in the baseline.

In S2, the model results show big increases in all other technologies to compensate reduction in coal generation. Particularly, nuclear, IGCC, onshore wind power and solar are technologies that see the biggest increase in share of total generation. In addition, not only wind and solar increase, other less mainstream renewable technologies, e.g. geothermal and tidal as well as CCS technologies also take off in this scenario. However, electricity price increases by 32.6% from the baseline in 2050 because the option to use cheap coal to produce electricity is no longer available. As a result of higher electricity price, total electricity demand reduces by 5%.CO₂ emissions reduce by 88.5% compare to the baseline in 2050, which making this policy very effective

in decarbonizing the power sector.

In S3, the results are dominated by coal restrictions. This is because nuclear share in the power generation mix in the baseline is much lower than coal in China (74% coal compared to 10% nuclear in 2040). Power generation mix is similar to the results in S2 but without nuclear in the mix. Electricity price in S3 increase by almost 30% since both nuclear (relatively cheap) and coal are no longer part of the generation mix, and electricity demand decreases by 4.5% as a result.

Shares of renewables in China power generation in 2050 is shown in Table 7. The share of nuclear decreases in S1 and S3 from baseline. While the renewable technologies were pushed up in S2 and S3, especially in S3. Share of renewable technology in S3 (78.7%) approach the 2050 high renewable penetration target of National Development and Reform Commission (NDRC) of China (2015). However, the percentage of fossil fuels technologies including gas and oil increase in S3 compared to S2.

In order to reduce the carbon emission from the power sector, the Chinese government should aim to work out a comprehensive policy package including promoting renewable energy by expanding electric power feed-in tariffs, building up a national level carbon emission trading market, introducing carbon tax and other measures.

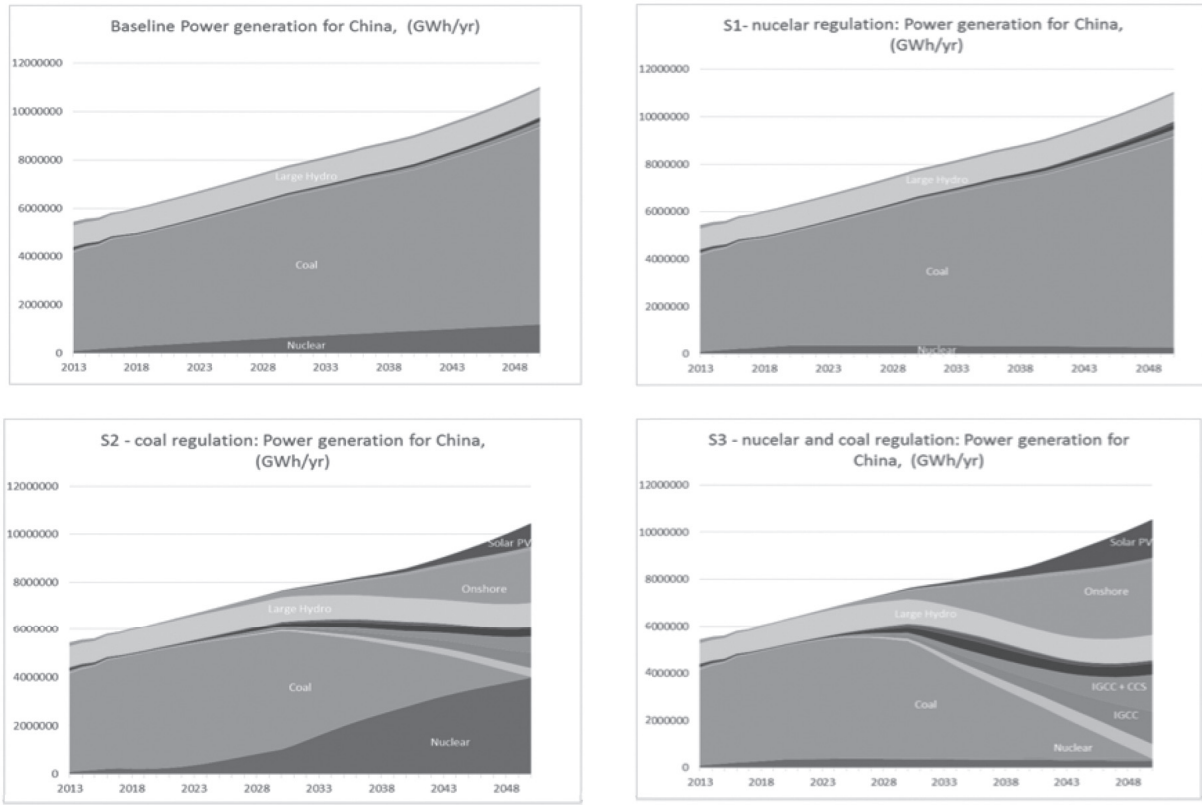
Figure 7 shows CO₂ emissions in the power sector for each scenario in China. In S1 with nuclear regulation, overall CO₂ emissions from the power generation sector is 8,352 MtCO₂, increases by almost 38.6% compared to the baseline of 6,028 MtCO₂ in 2050 because the limitation of nuclear without additional policy means power generation shifts back to coal. In S2, with coal regulation, CO₂ emissions from the power generation were reduced by 70% compared to the baseline in 2050 to 1,826 MtCO₂, making this policy very effective in decarbonization the power sector because of big increases in all other technologies to compensate reduction in coal generation. In S3, with nuclear and coal regulation, the net CO₂ reduction is -60%, slightly less than S2 because nuclear is no longer a low-carbon option available and generation from gas and oil increase to compensate.

Table 7 Share of renewables in China power generation in 2050 in China (unit:%)

	Baseline	S1	S2	S3
Nuclear	10.8	2.5	38.0	2.6
Fossil fuels	76.2	83.4	9.6	18.7
Renewables (incl. CCS)	13.0	14.2	52.3	78.7
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

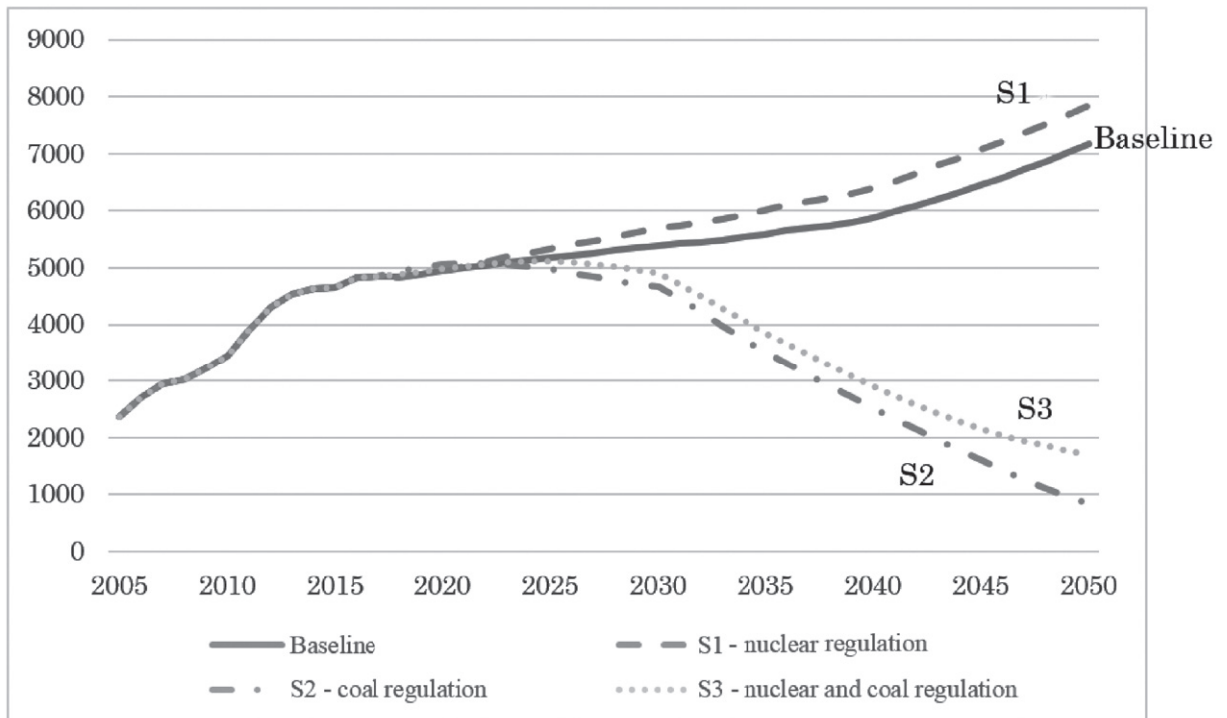
Source: E3ME-FTT Power simulation results

Figure 6 Power generation supply by technology in China



Source: E3ME-FTT Power simulation results

Figure 7 CO₂ in the power sector in China (unit: MtCO₂)



Source: E3ME-FTT Power simulation results

(2) Japan

Figure 8 and Table 8 show power generation mix by technology in Japan. In baseline scenario where the amount of electricity generation from nuclear and coal power is set according to the assumption of AEO 2016, nuclear power generation increases from 3% of total power generation to 9%, coal-fired power generation drastically changes from 28% to 54% from 2017 to 2050. On the other hand, since the generation cost of gas-fired power is assumed to be expensive, the electricity generation from gas-fired power decreases from 42% to 14% from 2017 to 2050. The output from large hydro-power is nearly flat. Renewable energy rises from 5% to 11% due to increased solar and onshore wind power generation. This means that renewable energy gradually increases due to the reduction of generation costs from 2017 to 2050 by the technology innovation even if there is no support policy for renewable energy.

The model results in S1 show that limiting nuclear without additional climate policy or feed in tariff for renewable energy leads to increase coal power generation without CCS, because the generation cost for coal is the cheapest among all the generation technologies. The share of coal increases from 28% in 2017 to 59% in 2050. The electricity generation from renewable technologies and gas-fired power slightly increased compared to the baseline scenario. Because the share of coal-fired power generation is large, electricity price fall by 3.8% and electricity demand increases by 1% in 2050 from the baseline.

In S2, limiting coal without CCS to zero, coal power generation is substituted by not nuclear power but gas-fired power (37%) and renewable energy (36%, mainly solar PV and onshore wind) in 2050. The electricity gen-

eration from coal with CCS and from IGCC technology increase by 10% compared to the results of baseline and S1. It means, coal power restriction stimulates investments in other thermal power technologies and renewable energy drastically. In addition, nuclear power generation does not increase even if coal power generation is restricted, because the cost of solar PV, onshore wind and other thermal power generation technologies become lower than that of nuclear power generation especially in Japan. The share of nuclear power generation decrease to 1% in 2050. Electricity price in 2050 increase by 24% from baseline because the generation cost for CCS and IGCC are assumed more expensive than that of coal. The total electricity demand in S2 decrease by 5% as a result of higher electricity price compared to S1.

In S3, nuclear and coal regulation, the shares of other fossil fuel power technology, CCGT and IGCC, and renewable energy are almost same as those of S2 because power generation from nuclear power decrease to almost zero in 2050 in S2 without nuclear regulation.

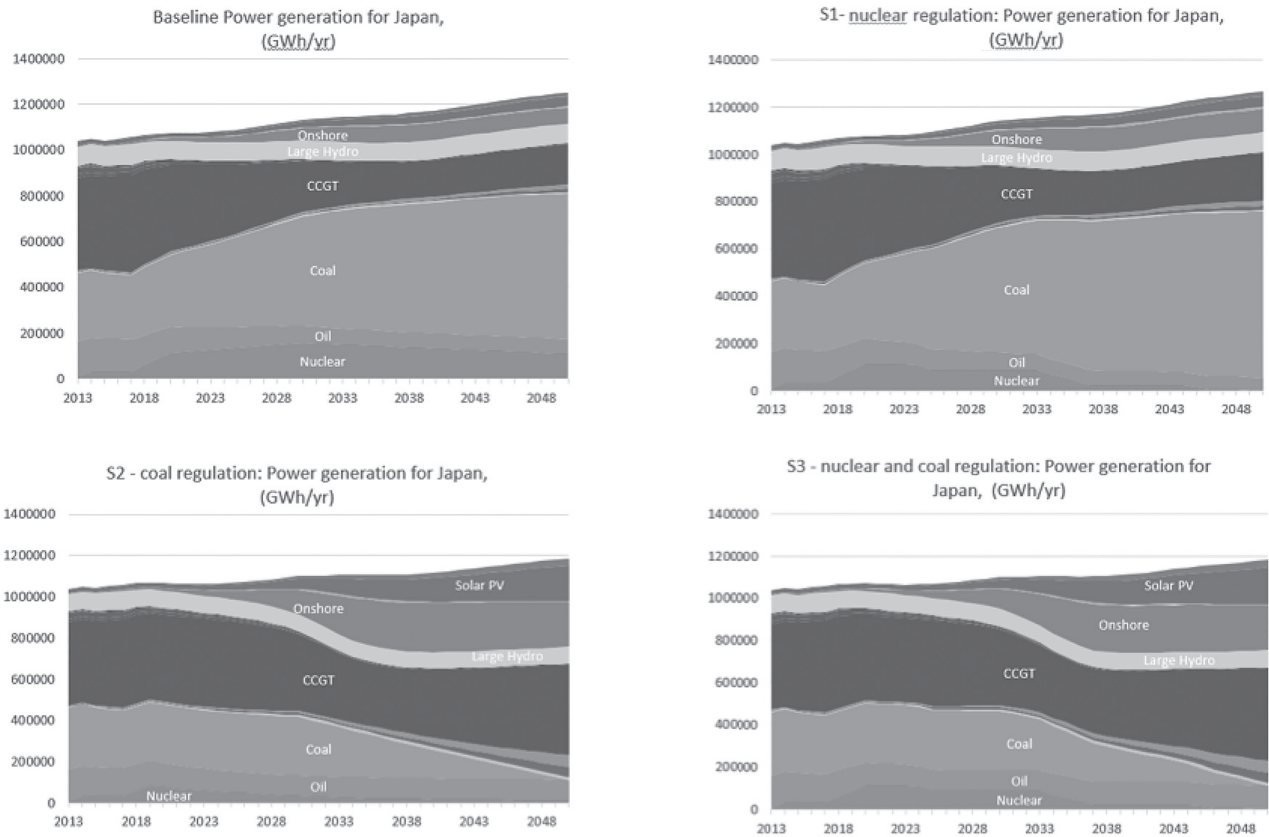
Figure 9 shows CO₂ emissions in the power sector by scenarios in Japan. Because of increase of coal power generation in S1 with nuclear regulation, CO₂ emissions increases from 503 MTCO₂ in 2017 to 739 MTCO₂, increases by 10% compared to the baseline of 671 MTCO₂ in 2050. On the other hand, in S2 with coal regulation, CO₂ emissions in the power sector reduces by 56% compared to the baseline in 2050. The expansion of CCGT and renewable energy in 2050 contributes to the big reduction of CO₂ emissions. In S3, same as S2, most of the power supply comes from CCGT and renewable energy. Therefore, CO₂ emissions in the power sector is reduced by 56% in 2050 compared to baseline.

Table 8 Share of power generation by technology in 2050 in Japan (unit:%)

	Baseline		S1	S2	S3
	2017	2050	2050	2050	2050
Nuclear	3%	9%	0%	1%	0%
Oil	13%	5%	4%	8%	9%
Coal thermal +IGCC (incl. CCS)	28%	54%	59%	10%	10%
Gas thermal (CCGT) (incl. CCS)	42%	14%	16%	37%	37%
Large Hydro	9%	7%	7%	7%	7%
Renewable	5%	11%	14%	36%	36%

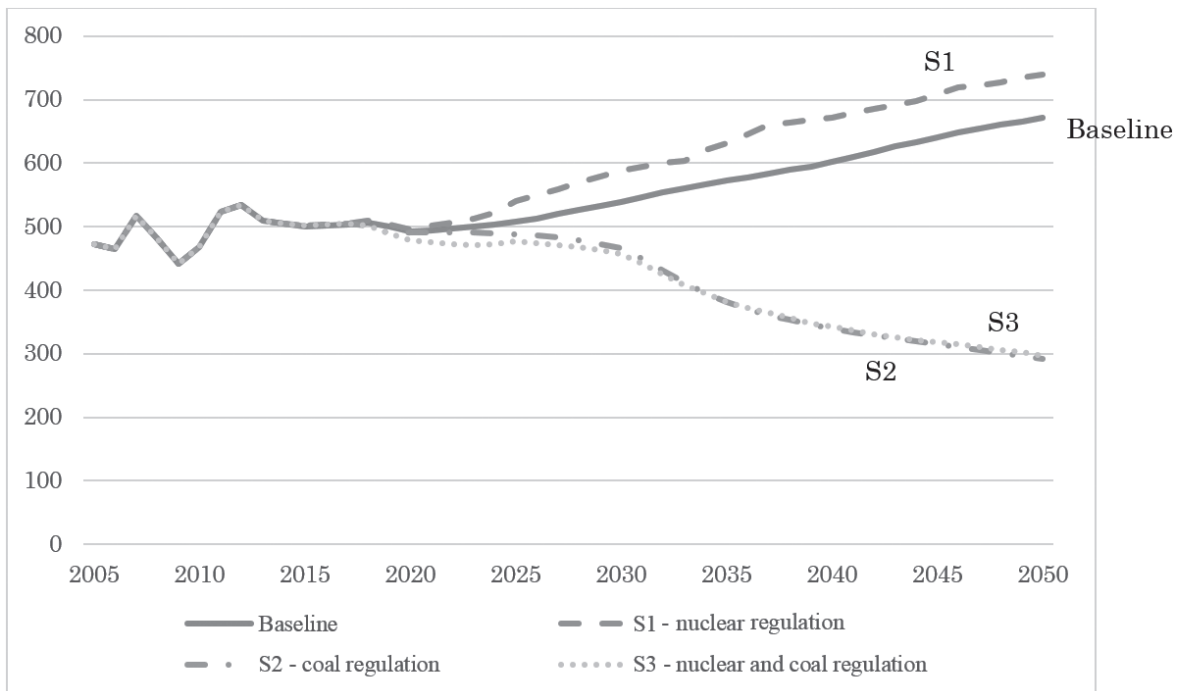
Source: E3ME-FTT Power simulation results

Figure 8 power generation supply by technology in Japan



Source: E3ME-FTT Power simulation results

Figure 9 CO₂ in the power sector in Japan (unit: MtCO₂)



Source: E3ME-FTT Power simulation results

(3) Korea

Figure 10 shows power generation mix by technology in Korea. The model results for S1 show that limiting nuclear without other policy means generation shift back to coal. It also shows big reduction in gas and smaller reductions in renewable technologies compared to the baseline as coal become the main source of power generation. Electricity price falls as we no longer have as many expensive renewables in the power mix, electricity demand increases by almost 4% in S1 which is met by power generation from coal.

In S2, limiting coal to zero has similar implication in Korea to limiting nuclear because both power generations from coal and nuclear account for around a third of total generation in the baseline in Korea (remaining mostly from gas). The model results show increase in all other technologies to compensate reduction in coal generation. Gas and IGCC are technologies that see the biggest increase in share of total generation, interestingly the substitution from coal went mostly to gas and not much to nuclear in Korea. Solar technology increases a lot in this scenario but other renewables, with some exceptions, declines because of gas technology is taking off in this scenario. Electricity price increases (11% from baseline in 2050) because using cheap coal to produce electricity is no longer an option in S2. Total electricity demand reduces by 1.6% as a result of higher electricity price. The introduction of this policy is not effective in Korea because a lot of electricity are still being generated from gas.

In S3, power generation mix is similar to the results in S2 but without nuclear in the mix. This means other technologies must increase to compensate. This pushes up the renewable technologies further but gas and oil technologies also increase in this scenario. Electricity price increase by 14% since both nuclear (relatively cheap) and coal are no longer part of the generation mix. Electricity demand decreases by 3% compared to baseline as a result.

Table 9 summarizes the share of renewables in 2050. The share of nuclear decreases in S1 and S3 but fossil fuels share dramatically increase in S1. Renewable share increases by the most in S3 but overall the mix is still dominated by fossil fuel (gas) despite coal regulation.

Therefore, to meet the same CO₂ reduction target in the power sector as the 2-degree scenario (approximately -80% from 1990), the Korea government need to introduce an effective carbon price mechanism such as a national level carbon emission trading market or carbon taxes. This will help to promote renewable energy in place of nuclear and coal power generation.

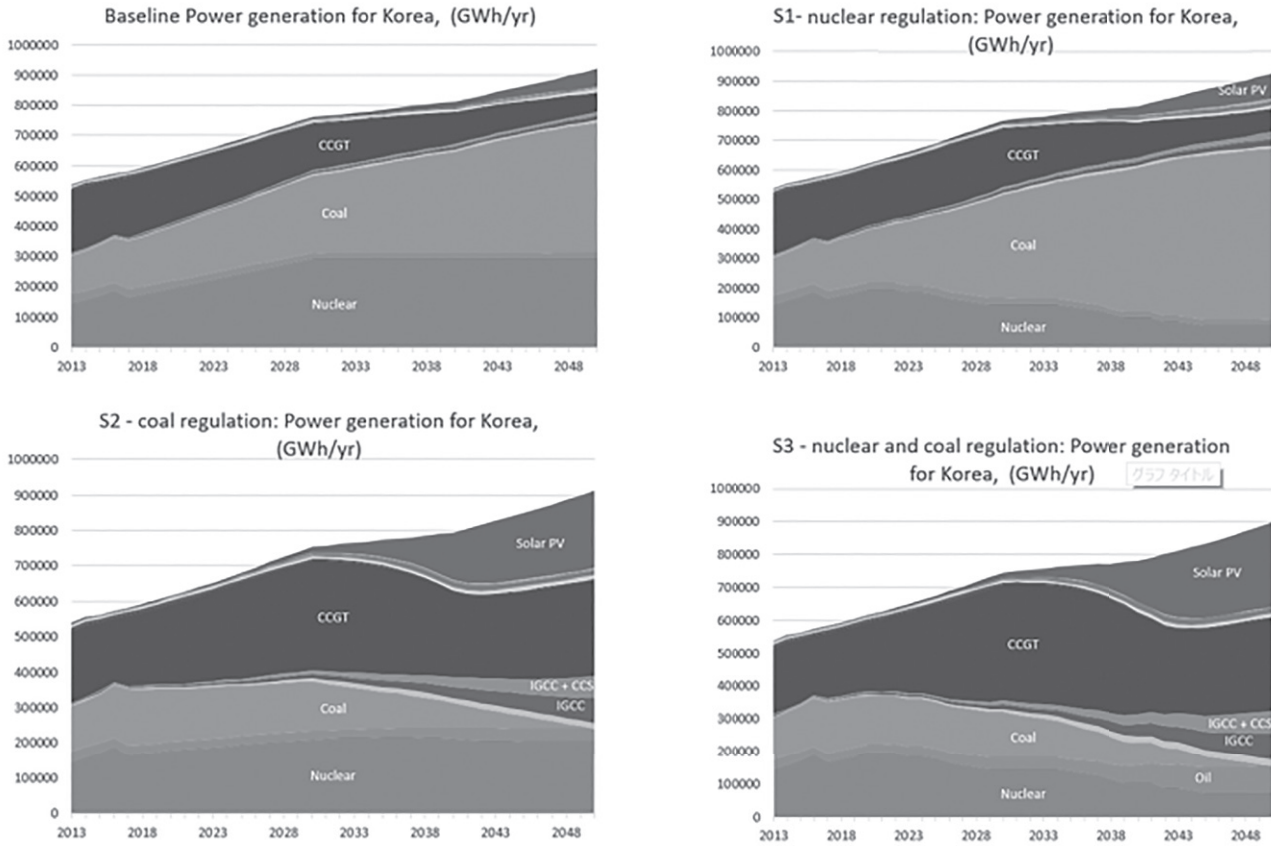
Figure 11 shows CO₂ emissions in the power sector for each scenarios in Korea. In S1 with nuclear regulation, overall power sector CO₂ emissions increase by almost 75% compared to the baseline in 2050 because nuclear is no longer a low carbon option. The additional power generation comes from coal which generate CO₂ emissions. In S2 with coal regulation, power sector CO₂ emissions reduce by 26% comparing to the baseline in 2050 because all other technologies that substituted coal produce lower CO₂ emissions. In S3 with nuclear and coal regulations, the net CO₂ reduction is very small (-2%) because nuclear is no longer a low carbon option and despite coal is limited to zero, all the additional power generation comes from gas which generates CO₂ emissions.

Table 9 Share of renewables in power generation in 2050 in Korea (unit:%)

	Baseline	S1	S2	S3
Nuclear	31.9	7.8	22.2	8.0
Fossil fuels	57.5	75.9	41.7	49.4
Renewables (incl. CCS)	10.6	16.3	36.1	42.6
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

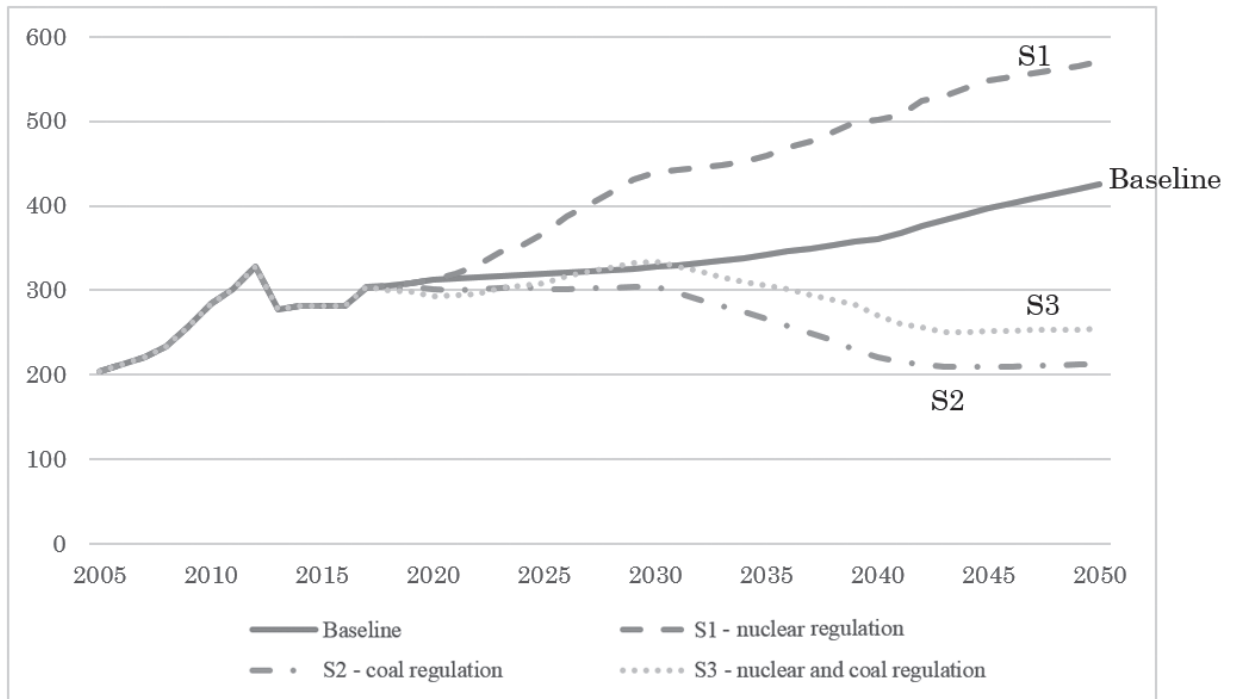
Source: E3ME-FTT Power simulation results

Figure 10 Power generation supply by technology, Korea



Source: E3ME-FTT Power simulation results

Figure 11 CO₂ in the power sector in Korea (unit: MtCO₂)



Source: E3ME-FTT Power simulation results

(4) Taiwan

As showing in Figure 12, power generation mix in Taiwan follows a similar path to Japan and Korea. The share of renewables in Taiwan becomes the largest in S2. Because Taiwan has decided not to increase nuclear capacity other than the two plants that are under construction, reduction in coal-fired power is substituted by gas and renewables. Regarding the national targets, in 2025 the capacity of renewable energy is 7,239MW in total, not meeting the target of 9,952MW. However, in 2030 it increases to 23,678MW, i.e. twice the target 12,502MW for that year. This is because, after going through the slow diffusion at low penetrations, fast diffusion at intermediate stages is realized. In S2, this intermediate stage starts even earlier and the total capacity of renewable energies reaches 35,977MW in 2025, much higher than the national target. The high share of renewable energy is supported by the diffusion of flexible gas-fired power, substituting coal-fired power as well.

Table 10 summarizes the share of renewables in 2050 in Taiwan. The share of nuclear is zero in S1 and S3 but fossil fuels share increase in S1 and S3. Power generation mix is like the results in S2 but with nuclear in the mix. This means other technologies must increase to compensate. This pushes up the renewable technologies further but gas and IGCC technologies also increase in this scenario.

In S1, limiting nuclear without other policy means generation shift back to coal, not only result shows coal substitute nuclear, we also see big reduction in gas and smaller reductions in renewable technologies compared to the baseline as coal become the main source of power generation. In S2, limiting coal to zero has bigger implication in Taiwan than limiting nuclear because power generation from coal account for around a third of total generation in the baseline in Taiwan. The model results show increases in all other technologies to compensate reduction in coal generation. Gas, IGCC and nuclear are technologies that see the biggest increase in share of

total generation, and solar increase by the most among renewables, but CCS technologies will also take off in this scenario.

Renewable share increases by the most in S3 but overall the mix is still dominated by fossil fuel (gas) despite the coal regulation. Therefore, it is difficult to meet the CO₂ reduction target in the power sector, even coal regulation is effective at reducing CO₂ emission but some substitutions go to gas generation which also emit CO₂. Nuclear regulation without other policies to promote renewables or limiting fossil fuels results in higher CO₂ emissions as the substitute from nuclear are dirtier fuels like coal or gas.

Figure 13 shows CO₂ emissions in the power sector by scenarios in Taiwan. In S1, nuclear regulation, overall power sector CO₂ emissions increase by almost 36% compared to the baseline in 2050. This is because nuclear is no longer a low carbon option, all the additional power generation comes from coal. In S2, coal regulation, power sector CO₂ emissions reduce by 16% compare to the baseline in 2050 because coal is substituted by all other technologies which have lower carbon intensity. In S3, with nuclear and coal regulations, the net CO₂ reduction is zero (0%) because nuclear is no longer a low carbon option and despite coal is limited to zero, all the additional power generation is substituted by gas.

6. Conclusions

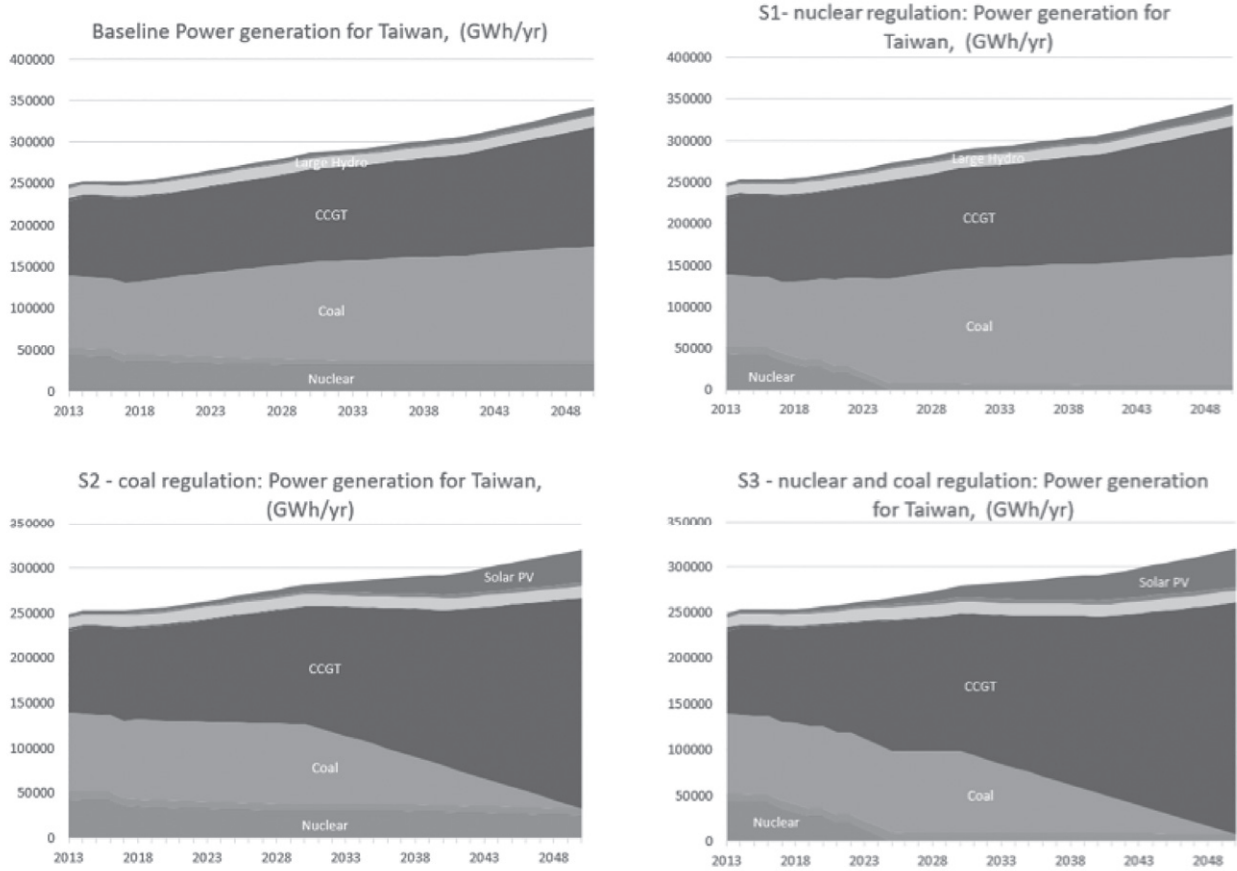
The analysis using FTT:Power and E3ME indicates that, in the power sector, a phasing out of nuclear power is likely to result in increases in electricity generation output from coal drastically because coal power is assumed the cheapest technology. Renewable energy gradually increases due to the reduction of generation costs from 2017 to 2050. In this paper, however, there are no additional renewable energy support policies such as feed in tariff, carbon tax or renewable subsidies. Therefore,

Table 10: Share of renewables in power generation in 2050 in Taiwan (unit:%)

	Baseline	S1	S2	S3
Nuclear	9.1	0.0	7.8	0.0
Fossil fuels	84.1	92.5	75.7	81.6
Renewables (incl. CCS)	6.8	7.5	16.7	18.4
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

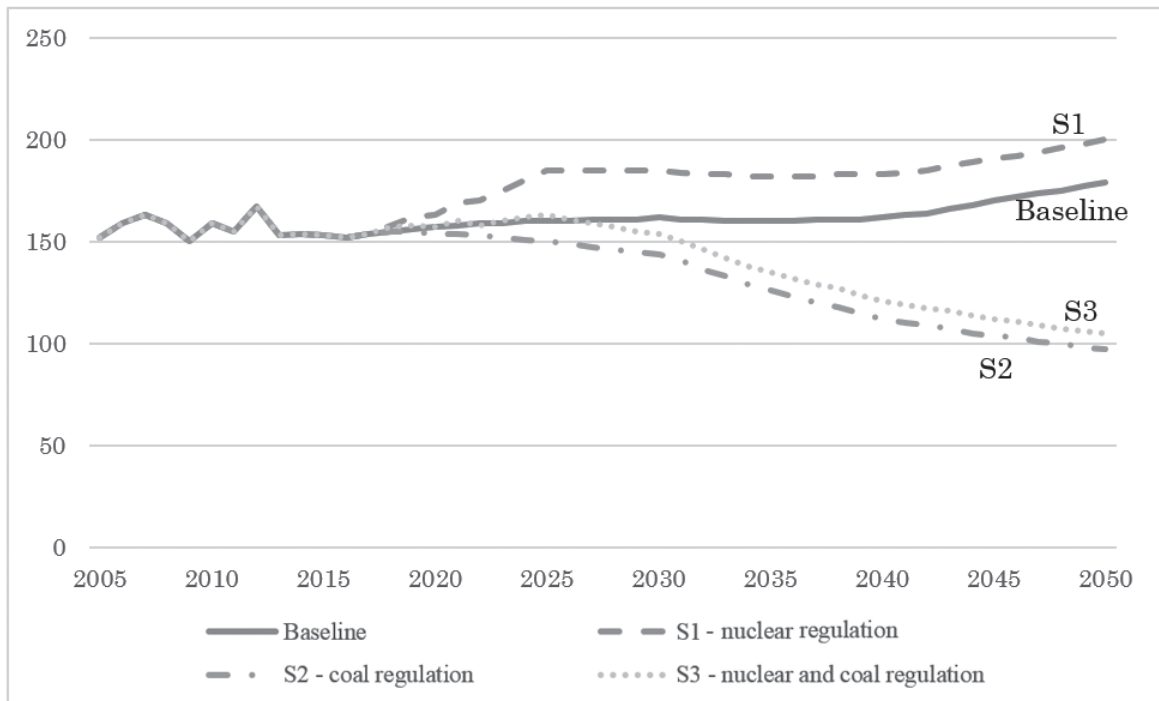
Source: E3ME-FTT Power simulation results

Figure 12 Power generation supply by technology in Taiwan



Source: E3ME-FTT Power simulation results

Figure 13 : CO₂ in the power sector in Taiwan (unit: MtCO₂)



Source: E3ME-FTT Power simulation results

limiting nuclear alone does not contribute much to diffusion of renewable energy because carbon intensive coal power has become the most cost-effective power generation technology.

On the other hands, renewable energy drastically increase in coal regulation scenario. In scenario 2, coal power generation is substituted by not nuclear power but gas-fired power and renewable energy (mainly solar PV and onshore wind) in 2050. This means that nuclear power generation will no longer be the cost-effective technology in 2050. This is because new technological innovations such as renewable energy will proceed quickly and push down their power generation costs rapidly. Therefore, it is important to regulate the share of coal-fired power generation in the power sector to promote renewable energy sources.

This research has two challenges. One is the economic impacts of power mixes in our policy scenarios. To evaluate what power mix is desirable from a social perspective, it is necessary to assess the effects of various power mixes on the economy such as GDP, competitiveness, employment and household income. We will discuss this detail in Lee,S, et.al. (2018). The other challenge is how to promote renewables. Renewables are essential power sources toward sustainable low carbon society in East Asia. In this paper, we showed power mixes will be diversified under nuclear and coal power regulation scenarios. But this promotes mainly gas power and not much renewables technologies especially in Japan and Korea. We discussed how to support renewables introducing Feed-in-Tariff as and carbon taxes in Lee, T-Y, et.al. (2017).

Notes

⁽¹⁾ For more details, see “Collaboration key on green energy, climate: experts” (China Daily, http://usa.chinadaily.com.cn/epaper/2016-07/18/content_26129095.htm, Access day: 2017.04.15).

⁽²⁾ For more details, see “Nuclear Power in China” (World Nuclear Association, <http://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/china-nuclear-power.aspx>, Access day: 2017.04.15).

⁽³⁾ Pumped storage hydropower plants.

⁽⁴⁾ Ohi nuclear power plants temporary stopped operation to take inspection and maintenance.

⁽⁵⁾ Sendai nuclear power plants restart operation under the new law.

⁽⁶⁾ See <https://www.camecon.com/how/e3me-model/> for details on E3ME model.

⁽⁷⁾ Note that the parameters for storage also implicitly represent the flexibility that is obtained through international trade of flexible generation capacity (e.g. importing Scandinavian hydro in Germany). In this assumption, the amount of electricity traded sums to zero through the day. Since international trade of electricity is not covered in this version of the model, it is taken as an exogenous assumption.

⁽⁸⁾ Installed capacity of nuclear power plants in Japan reflects the actual number of capacity restarted as of June 2017.

⁽⁹⁾ Annual electricity output (kWh) = installed capacity (kW) × 8760 hours × annual operational rate.

⁽¹⁰⁾ See Cambridge Econometrics (2014) for more detail.

⁽¹¹⁾ This number include 10 nuclear power plants (totally 9.25 GW) permitted reactor installation license by NRA as of June 2017, and 6 newest plants (totally 6.77 GW) which will be able to operate after 2035 but did not submit application for reactor installation yet.

⁽¹²⁾ Three nuclear power plants in Japan (Mihama unit No.3, Takahama unit No.1 and No.2) allowed 60 years operation by NRA in Japan in 2016. Therefore, in this analysis, these three plants operate for 60 years exceptionally.

⁽¹³⁾ Seocheon unit No.1 and No.2 (400 MW) planned to shut down in 2018, Samchonpo unit No.1 and No.2 (1120 MW) in 2020, Honam unit No.1 and No.2 (500 MW) in 2021, Boryeong unit No.1 and No.2 (1000 MW) in 2025.

References

- 1) Agency for Natural Resources and Energy, Japan (2014) General Energy Statistics 2014.
- 2) Agency for Natural Resources and Energy, Japan (2015) Long-term Energy Supply and Demand Outlook, http://www.meti.go.jp/english/press/2015/pdf/0716_01a.pdf.
- 3) Agency for Natural Resources and Energy, Japan (2016) Energy White Paper 2016.
- 4) Bureau of Energy, Taiwan (2013) Energy Statistics Hand Book 2012.
- 5) Bureau of Energy MOEA, Taiwan (2017) Energy Statistics Handbook2016.

- 6) Cambridge Econometrics. (2014) E3ME Manual. http://www.camecon.com/Libraries/Downloadable_Files/E3ME_Manual_V6.sflb.ashx.
- 7) Energy Research Institute (ERI) (2015), China 2050 High Renewable Energy Penetration Scenario and Roadmap Study, Available at <http://www.ef-china.org/Attachments/Report/report-20150420/China-2050-High-Renewable-Energy-Penetration-Scenario-and-Roadmap-Study-Brochure.pdf>.
- 8) Hwang In-Ha (2014) South Korea's National Basic Plan for New and Renewable Energies, *IEEJ Report* 2014 December.
- 9) IEA (2016) RED Renewable Policy Updated, Issue 11, 17, Available at <https://www.iea.org/media/topics/renewables/repolicyupdate/REDRenewablePolicyUpdateNo1220161222.pdf>.
- 10) The Institute of Energy Economics, Japan (2016) Asia/World energy outlook 2016, available at <http://eneken.ieej.or.jp/data/7007.pdf>
- 11) Ju-Yin Chen (2014) Current Policy and Challenges of Energy Utilities in Taiwan, *IPCBE* vol.66, 146-150, IACSIT Press, Singapore. Retrieved from <http://ipcbee.com/vol66/030-IEEA2014-A2015.pdf>
- 12) Lee,S., Chewpreecha, U., Pollitt,H ,Akihiro, C. and Jiang,M(2018) "Modelling the power sectors of East Asia in 2050: Economic impacts by choice of power source under regulations on nuclear and coal power generation" *Meijo Asian Research Journal* Vol.8 No.1(forthcoming).
- 13) Lee, T-Y., Chewpreecha,U.,Na, S.,He, Y., Chen, L-C. and Matsumoto,K.(2018) "Modelling the power sectors in East Asia: the choice of power sources by Feed-in Tariff and carbon taxes to meet the 2030 NDCs and 2050 CO₂ targets" (paper submitted to EAAERE2017)
- 14) Mercure, J.-F. and Salas, P. (2012) "An assessment of global energy resource economic potentials", *Energy*, 46(1), 322–336. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2012.08.018>
- 15) Mercure, J.-F. and Salas, P. (2013) "On the global economic potentials and marginal costs of non-renewable resources and the price of energy commodities", *Energy Policy*, (63), 469–483. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.08.040>
- 16) Mercure, J.-F., Salas, P., Foley, A., Chewpreecha, U., Pollitt, H., Holden, P. B. and Edwards, N. R. (2014)"The dynamics of technology diffusion and the impacts of climate policy instruments in the decarbonisation of the global electricity sector", *Energy Policy*, out Online. doi:10.1016/j.enpol.2014.06.029
- 17) Mercure, J.-F. (2013) "An age structured demographic theory of technological change", *4th International Conference on Sustainability Transitions, Zurich, 2013*. Available at <http://arxiv.org/abs/1304.3602>
- 18) The Ministry of Trade, Industry and Energy (2016) The 7th Basic Plan for Long-term Electricity Supply and Demand (2015-2029), Sejeong Korea.
- 19) NDRC (2016) 13th Five-Year Plan for Electricity Development (2016-2020),
- 20) Pollitt, H., Park, S-J., Lee, S. and Ueta, K. (2014) "An economic and environmental assessment of future electricity generation mixes in Japan - an assessment using the E3MG macro-econometric model", *Energy Policy*, 67243–254.
- 21) REN21 (2013) Renewables 2013 Global Status Report.
- 22) REN21 (2016) Renewables 2016 Global Status Report, Available at http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/10/REN21_GSR2016_Full-Report_en_11.pdf.
- State council (2014) Strategic Action Plan for Energy Development (2014-2020) <http://www.sehenstar.com/ShowNews/?133-1.html>, (accessed April 15)
- 23) World Nuclear Association (2014) Country Profiles.<http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/> (accessed June 28, 2014)
- 24) Ogawa,Y., Mercure,J-F, Lee,S., Pollitt,H., Matsumoto,K. and Chiashi,A.(2015) "Modeling the Power Sectors in East Asia – The choice of Power Sources", in Soocheol Lee, et.al.(eds) Low-carbon, Sustainable Future in East Asia : Improving energy systems, taxation and policy cooperation, Routledge,pp.1-28.

Modelling the power sectors of east asia in 2050: economic impacts by choice of power source under regulations on nuclear and coal power generation

Soocheol Leeⁱ, Unnada Chewpreechaⁱⁱ, Hector Pollittⁱⁱⁱ, Akihiro Chiashi^{iv}, Meisong Jiang^v

ⁱ Professor, Meijo University

ⁱⁱ Manager, Cambridge Econometrics

ⁱⁱⁱ Director, Cambridge Econometrics

^{iv} Associate professor, Ferris University

^v Research Fellow, Meijo Asia Research Center, Meijo University

Abstract

The choice of design of future power systems in East Asia could have substantial social impacts. Policy makers require robust, quantitative analysis of these potential impacts in order to guide the decision making process.

In this paper we assess the economic and labour market impacts of power mixes that reflect regulations on coal and nuclear power generation in East Asia out to 2050. We use the E3ME model (Energy-Economy-Environment Macro-Econometric model) that was developed by Cambridge Econometrics and the University of Cambridge, and that has previously been used for similar policy assessments in Europe.

The model results show that restricting nuclear and coal-fired generation in East Asia would increase electricity costs and have a negative impact on GDP, but additional investment in renewables and a potential reduction in fuel imports could ameliorate the negative impacts in the long run.

Key words : Power generation mix, East Asia, E3ME model, Renewable energy, Nuclear power,

1. Introduction

In Azuma, A. et al. (2018), we used the E3ME and FTT (Future Technology Transformation)-Power model to predict changes by 2050 in the power generation mixes and CO₂ emissions in the four East Asia countries (China, Japan, Korea and Taiwan) under three different nuclear and coal regulation scenarios. The scenario results were compared to a baseline that contains trends from the Asia/World Energy Outlook (AEO) 2016' reference case (IEEJ 2016). AEO2016 is only report which gives the assumption of power generation mixes in long term base in each of the four countries in detail.

In this paper, we apply the power generation mix results under the three policy scenarios in Azuma, A. et al. (2018) to estimate the impacts on the economy (GDP, employment, etc.). By using a complete modelling framework such as the E3ME-FTT model, we can understand which power generation mix is desirable from an economic and environmental perspective.

Ogawa, Y. et al. (2015) previously conducted a similar analysis using E3ME-FTT model. Their results suggest

that restricting nuclear and coal-fired thermal power in East Asia would increase power generation costs and exert a negative influence on the economy (particularly on GDP), but the effect of investment demand into alternative power sources—that is, the construction of renewable energy power plants—and a reduction in imports of fossil energy, would eliminate the negative impacts over time. Regarding CO₂ emissions, the study highlighted reductions around 10~ 30%, although the amounts differed between countries. However, Ogawa's research studied a choice of power mix in the medium term, until 2030. In our paper, we extended the analysis to 2050 with more sophisticated policy scenarios on coal and nuclear power regulations.

In this paper, taking the above concepts as a starting point, we use the E3ME-FTT model to estimate the impact of nuclear and coal power generation regulations on the four East Asia economies (China, Japan, Korea, and Taiwan) through to 2050. As mentioned in Azuma, A. et al. (2018), having longer period to 2050 means that it is very likely that renewable energy technology will have further developed. Broadly, research forecasts that the costs of renewable energy generation, and primarily

$$\Delta \log D_{ij}^{(4)} = \beta_{ij}^0 + \beta_{ij}^1 \Delta \log Y_{ij} + \beta_{ij}^2 \Delta \log P_{ij} / \Delta \log OP_{ij} + \beta_{ij}^3 \Delta \log TPI_{ij} + \varepsilon_{ij}. \quad \text{Eq.(1)}$$

solar power, might become lower than costs for nuclear and coal as the solar reaches grid parity (Center for Low Carbon Society Strategy (2015)). By 2050, most existing coal-fired thermal generation facilities in East Asia will have recouped capital costs (eliminating the capital stock lock-in effect), and this timeframe is long enough to ensure an easy transition to renewable energy generation. FTT in this paper as a bottom up technology choice model reflect these mechanism very well.

In the next section, Section 2, we give an overview of the economic linkages that exist between the FTT:Power sector model and the economy in the E3ME model. Section 3 provides the economic impacts for each regulation scenarios, as defined in the Azuma et.al.(2018). Section 4 discusses the findings and our conclusions.

2. Linkage between the electricity sector described by the FTT:Power model and the macro-economy

In this paper we model the choice and diffusion of power technology in East Asia using the E3ME model⁽¹⁾, complemented by a simulation model of power technology diffusion, FTT:Power⁽²⁾. E3ME provides the demand for electricity-given industrial activity, household income and electricity prices in 59 regions and countries including China, Japan, Korea and Taiwan. FTT:Power takes this demand as an input and, with given electricity sector policies such as regulations, carbon taxes or technology support mechanisms, determines the technology mixes and calculates GHG emissions. The combined model has recently been used for studying the impacts of climate policy instruments for emission reductions worldwide by using the E3MG-FTT:Power framework (again, an old version of E3ME) that operates under 21 regions (Mercure et al., 2014)⁽³⁾. However, is now integrated to the current version of E3ME with 59 regions.

The two models, FTT:Power and E3ME, are fully integrated within a single framework (Azuma, A et.al. (2018)). While E3ME iterates within a year, it estimates the electricity demand for each region and FTT:Power estimates how the demand will be met. Prices of different fuels are also passed from E3ME to FTT:Power to calculate the cost of electricity generated through technologies

that use fuels. Given these information, FTT:Power determines how the electricity demands can be met by 24 power generation technologies technology options. The electricity price, investment cost for new plants and the fuel use are then passed from FTT:Power to E3ME. The electricity price affects the demand, and the demand is fed back into the iteration process. Investment costs outline the intermediate demand from the power sector to other industries through an input-output relationship. Owing to data limitation, investment in the power sector is treated the same for all types of energy-generating technology. Fuel use for the power generations is used to calculate the emissions.

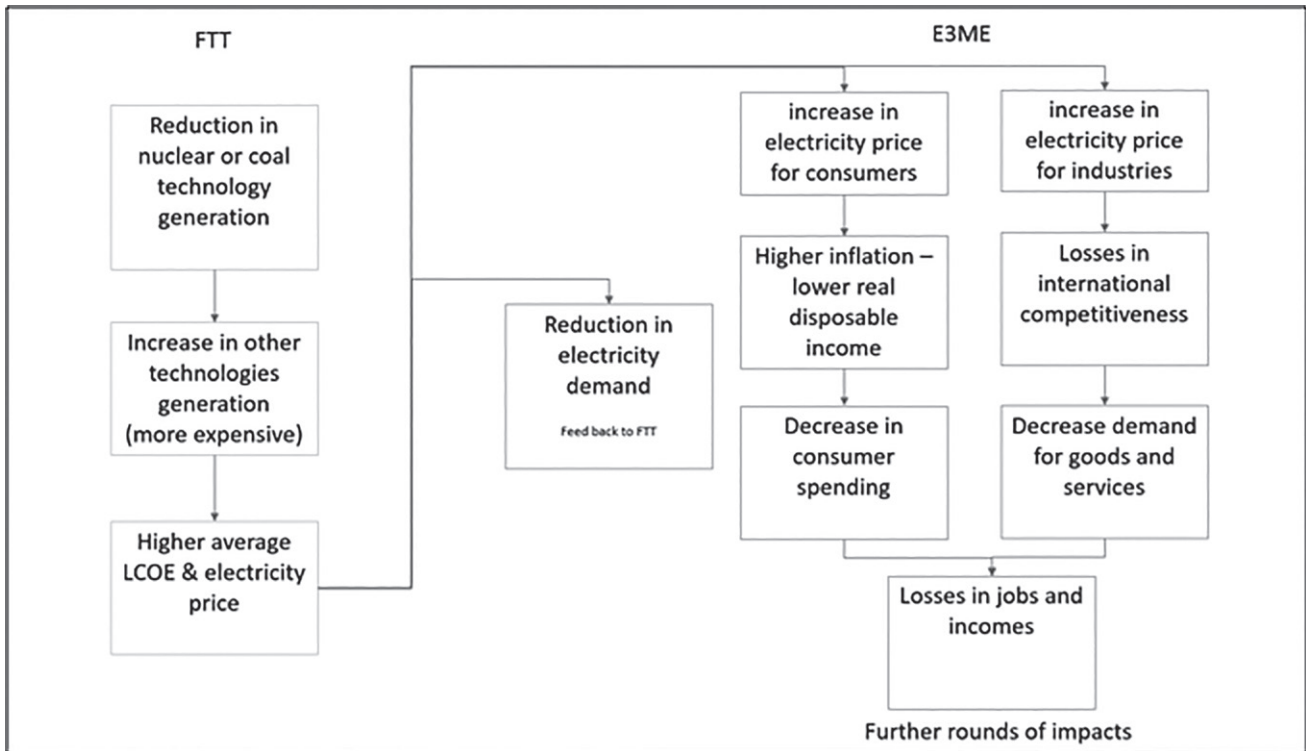
2.1 The price-demand interaction

The demand for electricity is calculated in E3ME by using a set of econometric equations that takes into account various explanatory factors(Eq.(1)). It reads as follows (Cambridge Econometrics (2016)):

There is a demand for electricity, D_{ij} in energy user i and region j . Y_{ij} is the economic activities of the energy users, P_{ij} is the price of electricity in relative to price of other energy OP_{ij} and TPI_{ij} is a measure of technological progress. β_{ij}^k are the parameters estimated from historical data. In general, the demand for electricity increases with higher economic output and/or lower electricity prices. However, technological progress can – unlike GDP – only increase and, when it does, energy demand is decreased. The factor TPI_{ij} cumulates increases in technology investments that, in part involve systems with ever-improving energy efficiency, spilling over into the energy sector in the form of reduced demand. It is, thus, assumed that the world does not adopt again previously abandoned models of technology; hence the equation is asymmetric and, therefore, path-dependent.

The price of electricity involves the cost of operating the electricity sector. When demand changes, the power sector model FTT:Power determines the technology mix (or energy mix) that supplies the demand, thereby generating the total cost of supplying electricity (see Mercure, J.-F. (2012)). This cost itself influences the price of electricity, which – again – changes demand. The convergence between the two models of supply and

Figure 1 Price feedback in E3ME-FTT:Power



Source: Cambridge Econometrics(2016)

price constitutes the price-demand interaction. A policy that influences the technology mix, thus, also influences the price and the demand. In particular, in cases where renewables that cost more are introduced into the grid, electricity consumption will be reduced, providing a double contribution to reducing emissions. Furthermore, increases in electricity demand may also generate higher operating costs due to depletion of renewable and non-renewable resources, which therefore also influences the price. These interactions are complicated but crucial in order to correctly simulate the behavior of the system.

In our nuclear and/or coal power regulation scenarios, the key impacts in E3ME-FTT on the economy come from electricity price and electricity investment feedbacks. The different power mix as a result of coal and nuclear regulation means the levelized cost of electricity (LCOE) will be different– as a result this will have impacts on average electricity prices that get passed on to final consumers (Figure 1)

Restrictions on nuclear and coal-fired power would lead to higher power tariffs, at least in the short term. Restrictions on both would lead to increased power generation from alternative sources, such as renewables and liquid natural gas (LNG), but these are costlier than nuclear or coal. For example, in 2013 Japan, solar power

generation unit costs were around 82% higher than nuclear and 107.8% higher than coal-fired thermal power (Table 1). Accordingly, such changes in the power mix would lead to higher electricity tariffs and inflation at the same time. This would negatively affect economic activity by reducing consumption and would hinder international competitiveness. Changes in the power mix would also lead to changes in CO₂ emissions. Of note is that restricting nuclear power alone would increase reliance on coal-fired thermal power, which is cheaper than renewables, and thereby increase carbon dioxide emissions. However, simultaneous limits on nuclear and coal-fired power would increase renewable energy output and constrain carbon dioxide emissions. Further, an increased share for renewable energy would see a reduction in fossil-fuel energy imports and lower fuel costs, with a positive impact on the economy.

Shares of nuclear and coal power generation are exogenously determined through 2050 in the scenarios. Power sources other than nuclear or coal are endogenously determined within the FTT:Power model, depending on factors such as their respective technologies and costs, to fulfill the demand for power as calculated by E3ME. In FTT: Power, total power costs reflect the costs of the power sources selected within the model, and these are fed back into power tariffs for individual entities

Table 1 Generation cost and CO₂ unit emission outlook in Japan
(unit: yen/kWh)

	2013	2030	2050
Nuclear	8.8	8.8	8.8
Hydro	10.8	10.8	10.8
Coal	7.7	7.8	7.8
LNG	10.8	11.4	11.8
Petroleum	16.7	17.9	18.9
PV	16.0	9.5	5.7
Winder power	14.1	10.2	10.2
Geothermal	12.5	12.5	8.0
Biomass	33.6	10.9	10.9

Source: Center for Low Carbon Society Strategy(2015)

(industry, households, etc.) within E3ME. The increase in power tariffs paid by economic entities leads to reduced electricity demand. CO₂ emissions from the electricity sector are determined according to the chosen power mix via FTT:Power. E3ME calculates CO₂ emissions for sectors other than the electricity, based on their energy consumption. These interactions between electricity demand from E3ME and electricity supply in FTT:Power are complicated but crucial in order to correctly simulate the behavior of the system.

2.2 Investment feedback

As mentioned above, simultaneous restrictions on nuclear and coal power generation have a negative impact on the economy due to a shift to more expensive power sources. This mechanism is apparent in E3ME and is commonly seen in virtually all other E3 models. However, E3ME is a demand-driven disequilibrium (Keynesian) model, and there are potentials to utilize spare capacities in an economy. The increase in renewably generated power leads to an increase in related investment demand, which is effective demand that has a positive impact on the economy (via multipliers and increased employment). Investing new capital into the electricity sector has a spillover effect across other sectors of the economy. It employs additional labor in sectors such as construction, engineering, cement, and mining, and the output from these stimulates further multipliers on other sectors (Figure 2).

In contrast, Computable General Equilibrium (CGE) model is structured so that even if this investment de-

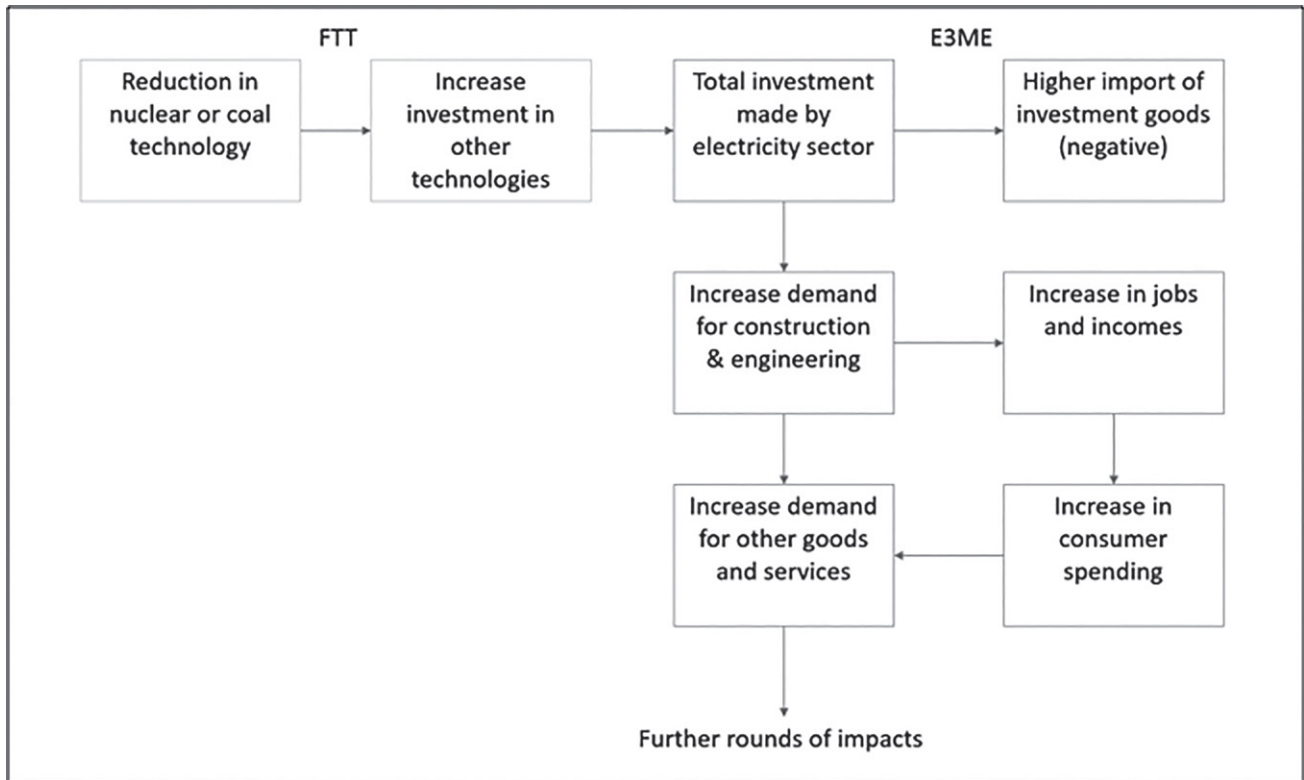
mand is generated, it is difficult for it to become effective demand within the economy due to the crowding out effect (an increase in demand in one sector has the effect of eliminating demand in another sector). However, because E3ME presumes disequilibrium in the economy, new investment demand stimulates economic activity because it is considered as additional demand (the economy always has idle spare productive capacity). Pollitt et al. (2014) forecast that if the share of nuclear power reached 0% in Japan, this would generate renewable energy investment demand worth 29.4 trillion JPY (of which 5.2 trillion JPY would be for grid connection) by 2030.

The FTT investment is characterised by a highly front-loaded pattern. For example when there is a sudden requirement for power generation technology as a result of a sudden reduction in coal, then investments for other technologies will have to be made in that year for the plants to come online to make up for the loss of coal power plants. The model results show a very volatile impact on GDP due to investment made by the power sector.

2.3 GDP and fuel-use feedback

As mentioned, restrictions on nuclear and coal power would have a negative impact on the economy (GDP) due to increased use of renewable energy and the accompanying rise in power costs. However, capital costs, particularly those for renewable energy, are trending down over time due through a process of learning by doing. This mechanism is endogenous in FTT:Power, and

Figure 2 Investment feedback in E3ME-FTT:Power



Source: Cambridge Econometrics(2016)

over the medium to long term, renewable energy costs come down, enabling it to reach grid parity. It should be noted, that the speed of reaching grid parity differs according to the power generation technology.

Also, renewable technology investment from FTT is fed back to E3ME as investment demand by the electricity supply sector. This mechanism create demand for sectors that provide investment goods such as construction and engineering and help to further boost GDP and employment. Subsequently, increased demand for renewable energy reduces imports of fossil-fuel energy and contributes to an increase in GDP via an improvement to the trade balance.

Economies in East Asia—Japan, Korea, and Taiwan, in particular—import virtually all of the fossil-fuel energy they consume. A reduction in fossil-fuel energy demand thus flows through directly to an improvement in the trade balance in these countries. Accompanying increased energy demand due to economic growth in recent years, China has also turned into a fossil-fuel energy importer. An improved trade balance boosts GDP. Reduction in fossil-fuel energy imports also improves energy security for countries such as Japan and Korea, as well as for Taiwan.

FTT:Power estimates fossil fuel demands in physical

term by the power sector. E3ME then calculates the monetary value of reduced fossil fuel imports (based on share between domestic supply and imports), which it sends to the trade balance.

3. Scenarios and modelling results in 2050⁽⁵⁾

The scenarios in this paper are identical to those in Azuma et.al.(2018). But the focus in this paper is the economic impacts of nuclear power and coal power regulation on the four East Asian economies. The scenarios are set based on different nuclear and coal power plants capacity assumptions.

3.1 Baseline scenario

To investigate the effect of energy policy on power generation mix between 2017 and 2050, installed capacity of nuclear and coal power plants in 2017 were set at the actual level⁽⁶⁾and projected forward to 2040 using data from AEO2016, estimated by the Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ). AEO2016 gives the assumption of power generation mix in 2030, and 2040 in each of the four countries. Based on historical data, the annual operational rate of coal power plant in Japan, Korea and Taiwan is set at 0.70, China's operational rate

of coal power plant is set at 0.60, and the annual operational rate of nuclear power plant is set at 0.85 for all four countries. These operation rates were used when we calculate annual electricity output from each power generation technology⁽⁷⁾. The original assumptions of E3ME were used for the other inputs, including historical economic statistics⁽⁸⁾.

Installed capacity of nuclear and coal power plants were interpolated between AEO2016 reference years (e.g. between 2017 and 2030 and between 2030 and 2040). Taking account of the current nuclear power situation of Japan, we assumed 16 GW of nuclear power capacity to restart in 2020 (based on the official safety analysis by NRA)⁽⁹⁾. Therefore, in Japan, installed capacity of nuclear power plant was also interpolated between 2017 and 2020, and between 2020 and 2030. In addition, we extrapolate trends to 2050 using growth rates between 2030 and 2040 as the baseline.

3.2 Policy scenarios

3.2.1 Scenario 1 – limiting the capacity of Nuclear power (S1)

Scenario 1 investigates the effects of nuclear power regulation on generation mix and CO₂ emissions from 2017 to 2050 in the four East Asian countries. In this scenario, nuclear power plants capacity is either greatly reduced or phased out entirely.

■ China, Japan, and Korea

The NRA in Japan introduced a lifetime regulation after Fukushima accident and nuclear power plants in Japan cannot operate more than 40 years in principal. In this analysis, we assumed that all reactors stop operating when they reach the end of their lifetime of 40 years in each countries⁽¹⁰⁾. In addition, new nuclear power plants are not allowed to construct after 2020. Therefore, in Scenario 1, the number of nuclear capacity from 2017 to 2020 is consistent with that of reference scenario, and decrease gradually along with the life time of each nuclear power plants from 2020 to 2050.

■ Taiwan

Taiwan government decided to phase out of nuclear power plant by 2025. Therefore, current three nuclear power plants are assumed to shut down along with the 40 years life time from 2018 to 2025.

3.2.2 Scenario 2 – limiting the capacity of coal-fired power (S2)

In Scenario 2 (restrictions on coal), it is assumed that the installed capacity of coal-fired thermal power is greatly reduced in East Asia. Scenario 2 aims to reduce CO₂ emissions in order to address the climate change issue. In all countries, we assume no construction of coal-fired power plants from 2020 to 2030, and the installed capacity of coal power plant linearly decrease to zero from 2030 to 2050(see in china,National Development and Pefrom).In China, National Development and Reform Committee (NRDC) planned to reduce the share of coal power generation from 67.5% in 2015 to 6.8% in 2050 in their Power Generation mix under High Penetration Scenario in 2015. In Korea, there is a plan to shut down four coal power plants from 2018 to 2025⁽¹¹⁾. Therefore, in Scenario 2, the installed capacity of coal power plant is gradually reduced from 2018 to 2025 in Korea. It should be noted that our coal power regulation assumptions in this scenario are not unrealistic considering the current trend of coal power reduction policies in East Asia.

3.2.3 Scenario 3 – limiting both nuclear and coal-fired power (S3)

Scenario 3 (simultaneous restrictions on both nuclear and coal-fired power generation) assumes simultaneous application of Scenario 1 and Scenario 2. That is, restrictions on nuclear under Scenario 1 and restrictions on coal-fired thermal power in Scenario 2 are implemented at the same time.

3.3 Power sector results⁽¹²⁾

3.3.1 China

Table 2 shows model results of the changes in power generation supply share by technology in China. In the baseline scenario, the share of renewable energy does not increase significantly from 2017 to 2050. This is consistent with AEO2016. Although renewable energy grows in absolute term, coal – which is the baseload technology dominating the China's power sector –grows even faster to supply the rapidly increasing electricity demand. This condition makes further diffusion of renewable energy comparatively difficult.

The result of S1 shows that limiting nuclear without additional renewable supporting policy means generation shifts back to coal. In addition, we also see a 12% reduction in renewable technologies compared to the baseline as coal become the main source of power generation. In S2, the model results show big increases in all other technologies to compensate reduction in coal generation. Particularly, we see big increases in nuclear,

Table 2 Share of power generation by technology in 2050 in China (unit:%)

	Baseline	S1	S2	S3
Nuclear	11.0	2.4	26.4	2.7
Fossil fuels	64.4	84.9	20.5	28.0
Renewables (incl. CCS)	24.7	12.7	53.1	69.3
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

Source: E3ME-FTT Power simulation results

IGCC(Integrated coal Gasfication Combined Cycle) and solar technologies. In addition, other less mainstream renewable technologies, e.g. geothermal and tidal as well as CCS(Carbon Capture and Storage) technologies will also take off in this scenario. However, in this scenario electricity price increases by 22% from baseline in 2050 because using cheap coal to produce electricity is no longer an option. As a result of higher electricity prices, total electricity demand reduces by 5% and CO₂ reduces by 70% compared to the baseline in 2050. Coal regulation is therefore very effective at decarbonizing the power sector.

In S3, coal and nuclear regulations, the results dominate by the effects of restricting coal as share of nuclear in the baseline is much lower than coal in China (60% coal compared to 9% nuclear in 2040). Power generation mix in S3 is similar to the results in S2 but without nuclear in the mix due to nuclear regulation. Electricity price in S3 increase by almost 40% since both nuclear (relatively cheap) and coal (very cheap) are no longer part of the generation mix, and electricity demand decreases by 8% as a result.

3.3.2 Japan

Table 3 show power generation supply by technology

Table 3 Share of power generation by technology in 2050 in Japan (unit:%)

	Baseline	S1	S2	S3
Nuclear	9.0	0	21.0	0
Oil-thermal	10.0	8.0	11.0	14.0
Coal+IGCC	34.0	75.0	14.0	21.0
CCGT	38.0	8.0	42.0	52.0
Large Hydro	7.0	6.0	7.0	7.0
Other renewables	3.0	2.0	4.0	5.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

Source: E3ME-FTT Power simulation results

in Japan. The results for Japan follow almost same trend as the results of China. The model results of S1 show that limiting nuclear without supporting renewable policies leads to increase in coal power generation drastically, because the generation cost for coal is the cheapest among all other generation technologies. Generation from renewable technologies and other fossil fuel generation output like CCGT(Combined Cycle Gas Turbine) fall in S1 due to expansion in power generation from coal. In S2, limiting coal to zero leads to increase in nuclear power generation from 3% in 2017 to 21% in 2050. The remaining coal power generation is substituted by CCGT (42%) and IGCC (14%) in 2050. In S3, nuclear and coal regulations, the shares of other fossil fuel power technology, CCGT and IGCC, significantly increase than in S2. The generation from CCGT accounts for 52% of total electricity output. The share of IGCC also increases to 21%. The renewable share slightly increases to 5% in 2050. The restrictions on nuclear and coal do not have positive effects on renewable energy without policies to support renewable technologies such as Feed-in Tariff.

3.3.3 Korea

Table 4 shows power generation supply by technology in Korea. The model result of S1 shows that limiting

Table 4 Share of power generation by technology in 2050 in Korea (unit:%)

	Baseline	S1	S2	S3
Nuclear	29.9	7.0	32.6	7.6
Fossil fuels	65.6	90.7	59.2	80.1
Renewables	4.5	2.3	8.2	12.3
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

Source: E3ME-FTT Power simulation results

nuclear without other policy means generation shifts back to coal. It also shows a large reduction in gas and smaller reductions in renewable technologies compared to the baseline as coal becomes the main source of power generation. In S2, limiting coal to zero has similar implication in Korea to limiting nuclear because both power generation from coal and nuclear each account for around a third of total generation in the baseline in Korea (remaining mostly from gas). The model results show increases in all other technologies to compensate for reductions in coal generation. Gas and IGCC are technologies that see the biggest increase in share of total generation, interestingly the substitution from coal in S2 went mostly to gas and not to nuclear in Korea. Solar technology also increases in this scenario but other renewables, with some exceptions, experience some declines because of the increasing gas share in power generation. In S3, nuclear and coal regulations, the power generation mix is similar to the results in S2 but without nuclear in the mix. This means other technologies must increase to compensate. This pushes up the renewable technologies further but gas and oil technologies also increase in this scenario.

3.3.4 Taiwan

Table 5 summarises the share of power generation in 2050 in Taiwan. The share of nuclear is zero in S1 and S3 due to regulations but fossil fuel increase to compensate. The power generation mix in S3 is similar to the

results in S2 but without nuclear in the mix. This means other technologies must increase further to compensate. This pushes up the renewable technologies but gas and IGCC technologies also increase in S3. Renewable share increases by the most in S3 but overall the mix is still dominated by fossil fuel (gas) despite the coal and nuclear regulation.

4. Economic results and analysis

In this section, we look the economic impacts in China, Japan, Korea, and Taiwan under the same regulation scenarios in the previous section and in Azuma, et al.(2018).

4.1 China

China's economic results under the nuclear regulation scenario (S1) show small and negative impacts on GDP mainly from the reduction in power sector investment in nuclear technology due to the conditions determined by the scenario. As nuclear power is taken offline coal becomes the main source of power generation. As a result, investment that would have otherwise taken place in nuclear power plants and other renewables are no longer happening in this scenario. Coal power plants have spare capacity and so need no, or little, additional investment to produce additional electricity. At the same time, the impacts on electricity prices, which would be

Table 5 Share of power generation by technology in 2050 in Taiwan (unit:%)

	Baseline	S1	S2	S3
Nuclear	8.3	0.0	10.9	0.0
Fossil fuels	81.7	94.7	74.7	83.4
Renewables	9.9	5.3	14.4	16.6
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

Source: E3ME-FTT Power simulation result

Table 6 Economic impact of nuclear and coal power regulation in China (2030, 2050)

unit:% differences from baseline in 2030

Scenarios	S1	S2	S3
GDP	-0.1	0.3	0.3
Consumer spending	0.0	0.3	0.3
Exports	0.0	0.0	0.0
Imports	0.0	0.1	0.0
Investment	-0.3	0.5	0.4
Employment	0.0	0.0	0.0
Inflation (consumer price)	0.0	0.1	0.1

unit:%differences from baseline in 2050

Scenarios	S1	S2	S3
GDP	-0.1	0.3	0.5
Consumer spending	-0.2	-0.2	0.0
Exports	0.1	0.0	0.1
Imports	0.0	0.2	0.3
Investment	-0.1	0.8	1.2
Employment	0.0	0.0	0.2
Inflation (consumer price)	-0.1	0.2	0.2

Source: E3ME-FTT Power simulation results

beneficial to the electricity users, are small because nuclear is only marginally more expensive than coal and so by shifting from nuclear to coal there is only a small reduction in electricity price.

China's economic results under the coal regulation scenario (S2) show large increases in GDP after 2030. This result follows our own assumption on the coal regulation pattern (inputs to the scenario) which has a large reduction in coal capacity after 2030. This causes a sharp increase in investment in other technologies. This investment effect is large because coal plays a big role in power generation in China and by limiting this, big investment programs have to be put in place in order to meet the same level of electricity demand. The positive effect from investment outweighs the negative effects from higher electricity price in this scenario. Although consumer spending decreases by 0.2% and imports increase by 0.2%, total investment increases by 0.8% and the net impacts on Chinese GDP is +0.3% in 2050

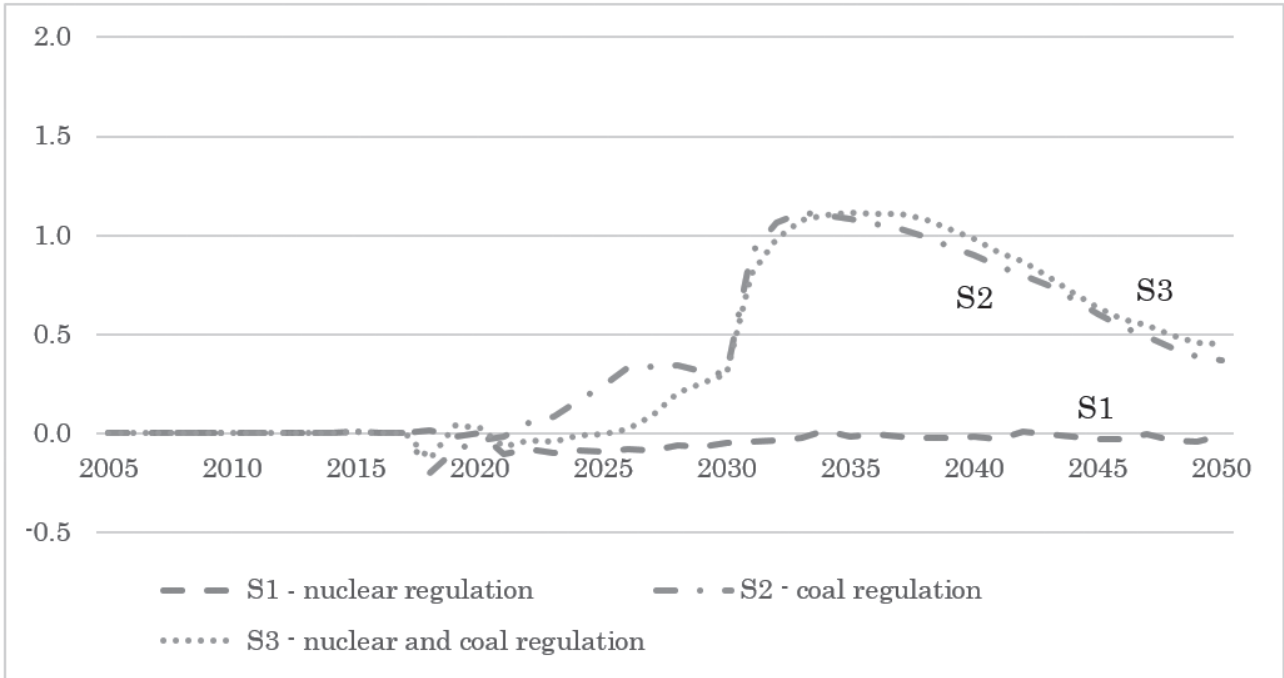
compared to the baseline.

Under the nuclear and coal regulation scenario (S3), investment increases further since nuclear is no longer an option. As a result, more expensive technologies are invested in, causing a net increase in investment by the power sector. Although the electricity price is higher, similarly to S2, the impacts on consumer spending are no longer negative under this scenario as higher investment creates jobs, and increased consumer demand in the Chinese economy. The overall GDP impacts in 2050 is 0.5% in China. Employment results follow the GDP results but to a lesser magnitude. The economic results for China are summarized in Table 6, Figure 3, and Figure 4.

4.2 Japan

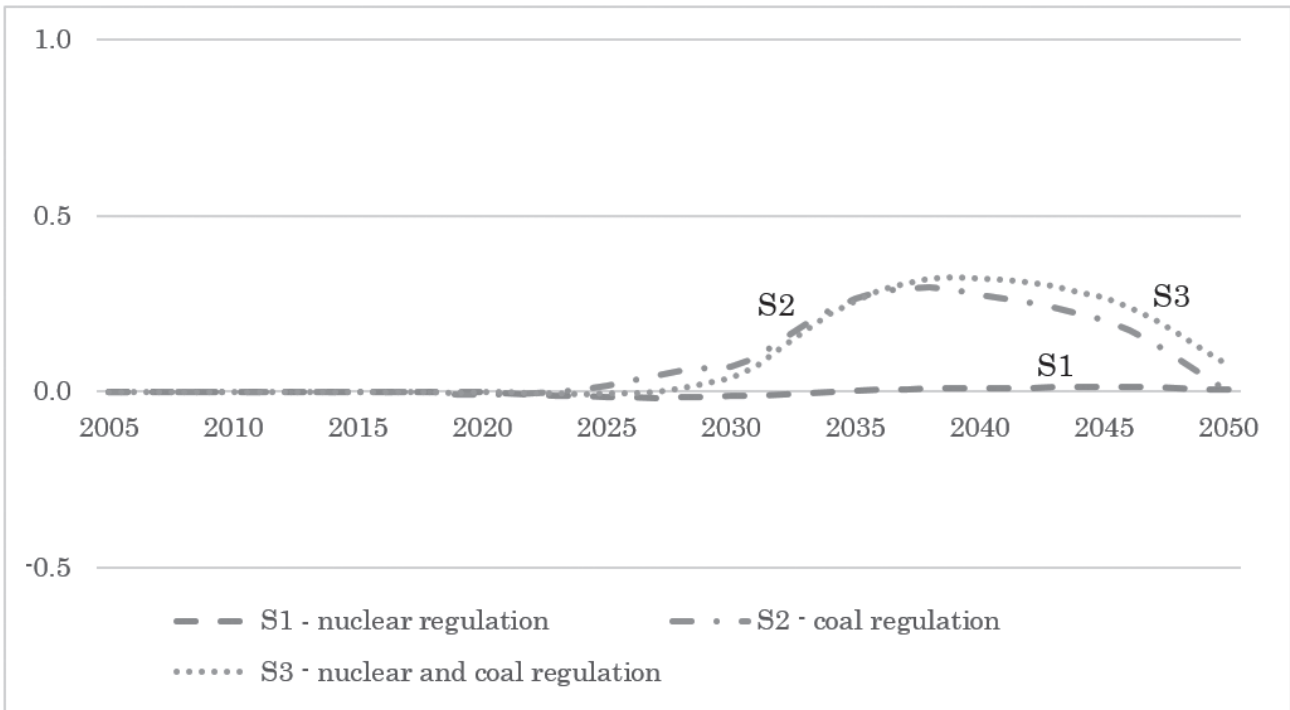
Economic results for Japan are volatile. This volatility is due to investment by the power sector as a result of our own modelling input assumptions to the changes in nuclear power capacity in the nuclear regulation.

Figure 3. GDP impact of nuclear and coal power regulation in China (2015~2050)
(unit:% difference from baseline)



Source: E3ME-FTT Power simulation results

Figure 4. Employment impact of nuclear and coal power regulation in China(2015~2050)
(unit:% difference from baseline)



Source: E3ME-FTT Power simulation results

In S1, Japanese economic results under nuclear regulation show the most positive impacts on GDP from higher consumer spending and reduction in imports (mainly reduction of gas imports). Investment results in-

crease in the medium term but not a lot in the long term. In this scenario we see coal power generation become the main technology, resulting in lower electricity price, lower inflation and increased real disposable incomes

Table 7 Economic impact of nuclear and coal power regulation in Japan(2030, 2050)

<unit:% differences from baseline in 2030>

	S1	S2	S3
GDP	0.2	-0.1	-0.2
Consumer spending	0.2	-0.1	-0.1
Exports	0.0	0.0	0.0
Imports	-0.3	0.1	0.2
Investment	0.3	-0.1	-0.4
Employment	0.1	0.0	0.0
Inflation (consumer price)	-0.1	0.1	0.2

<unit:% differences from baseline in 2050>

	S1	S2	S3
GDP	0.4	0.3	0.1
Consumer spending	0.5	0.0	-0.1
Exports	0.0	0.0	0.1
Imports	-0.8	-0.3	0.3
Investment	0.1	1.1	1.0
Employment	0.1	0.1	0.1
Inflation (consumer price)	-0.4	0.1	0.2

Source: E3ME-FTT Power simulation results

to households. As coal is also substituted for gas in the baseline, we see a reduction in gas imports. There is very little change to electricity investment in the long run since coal power plants already have the potential to run at higher efficiency.

However, CO₂ emissions under this scenario is the highest as shown in Azuma, A, et. al. (2018) so it's important to bear in mind that the results for this scenario show positive outcome for the economy but bad outcomes for the environment. In S2, coal regulation produces negative GDP impacts in the short run from higher electricity price as power generation moves away from cheap coal to other expensive technologies. In the long run, investment impacts outweigh the negative price effect and we see around a 0.3% increase in GDP in Japan.

In S3, coal and nuclear regulation, produces the most negative outcome in 2030 and the least positive outcome in 2050, mainly because of higher electricity

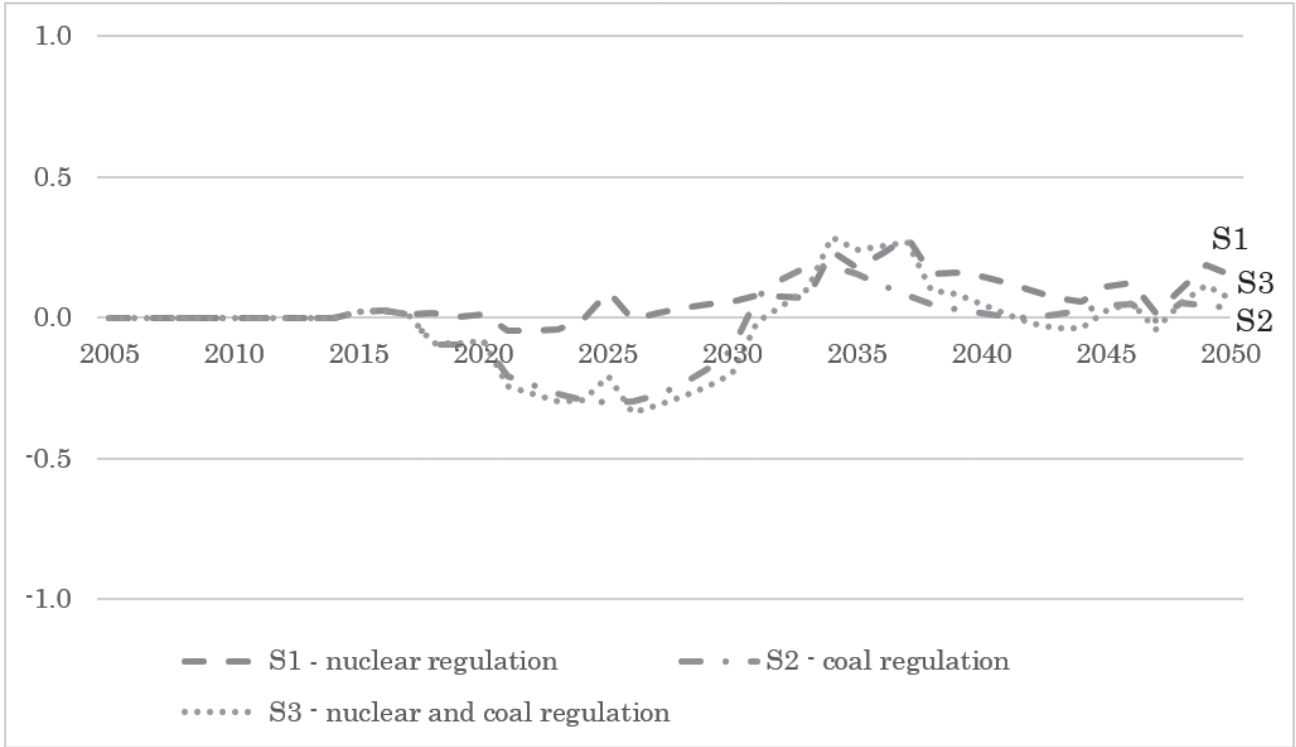
prices. Nuclear and coal are relatively cheap sources of electricity in Japan so moving away from these two technologies will increase average costs of electricity production in Japan. This increase in average costs gets passed through to the electricity price that consumers and businesses have to pay. Employment results in Japan follow GDP and sector output results but to a lesser magnitude. The economic results for Japan are summarized in Table 7, Figure 5 and Figure 6.

4.3.1 Korea

The economic results for Korea under the three regulation scenarios follow the similar pattern with those of Japan. Initially there is a reduction in investment for technology that is being regulated: nuclear in S1 and coal in S2. The fall in investment lasts up to 2030 following the steep decline in capacity until this point, after 2030 the reduction becomes steadier.

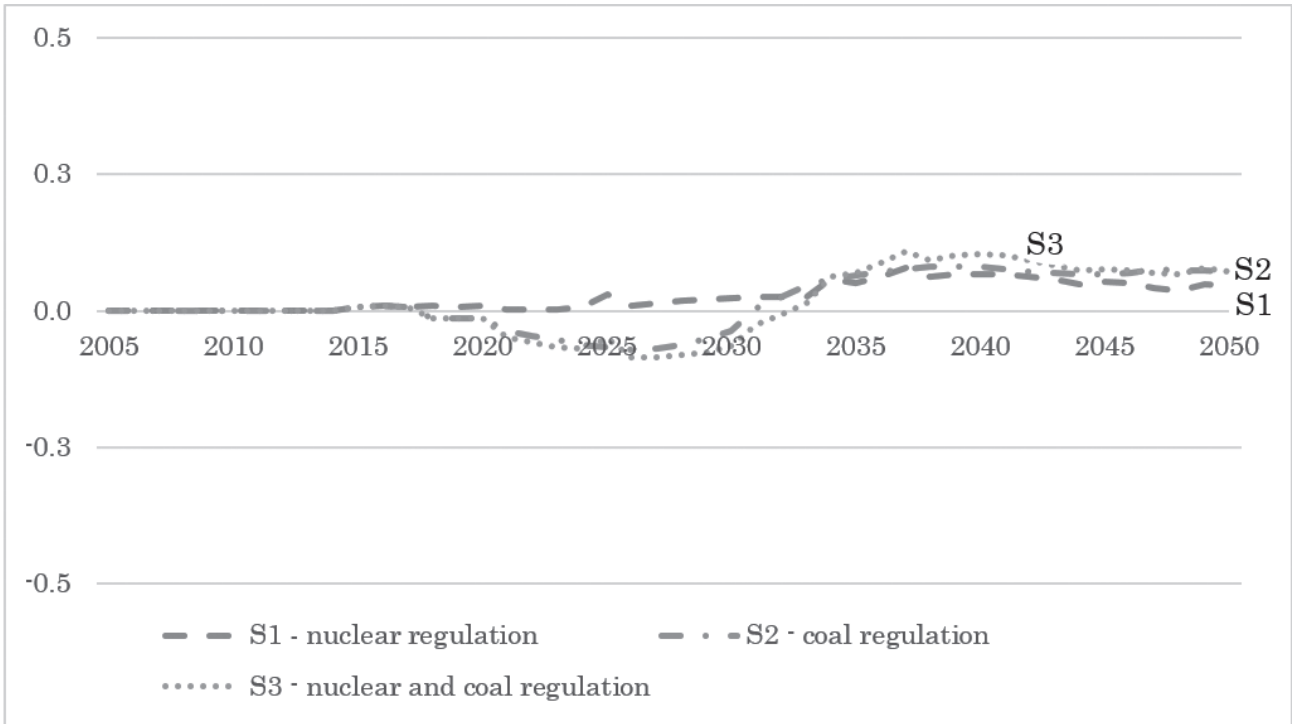
In S1, the initial reduction in GDP comes from a re-

Figure 5 GDP impact of nuclear and coal power regulation in Japan(2015~2050)
(unit:% difference from baseline)



Source: E3ME-FTT Power simulation results

Figure 6 Employment impact of nuclear and coal power regulation in Japan(2015~2050)
(unit:% difference from baseline)



Source: E3ME-FTT Power simulation results

Table 8 Economic impact of nuclear and coal power regulation in Korea(2030, 2050)

<unit:% differences from baseline in 2030>

	S1	S2	S3
GDP	-0.5	-0.3	-1.1
Consumer spending	-0.6	-0.3	-1.2
Exports	-0.1	0.0	0.0
Imports	-0.1	0.2	0.3
Investment	-0.8	-0.2	-1.6
Employment	-0.3	-0.2	-0.8
Inflation (consumer price)	0.2	0.3	0.6

<unit:% differences from baseline in 2050>

	S1	S2	S3
GDP	0.5	0.1	0.1
Consumer spending	1.2	0.4	0.2
Exports	0.0	0.2	0.3
Imports	0.1	0.6	0.9
Investment	0.7	1.2	1.9
Employment	0.7	0.3	0.4
Inflation (consumer price)	-0.6	0.4	0.5

Source: E3ME-FTT Power simulation results

duction in nuclear investment that would otherwise happened in the baseline. The shift is to coal and gas which can accommodate extra electricity demand without additional investment in the short run. After 2030, there is an additional investment in coal power plants as nuclear generation is regulated further. This additional investment is likely to be built to accommodate additional capacity and replace existing coal power plants that reach the end of their lifetime.

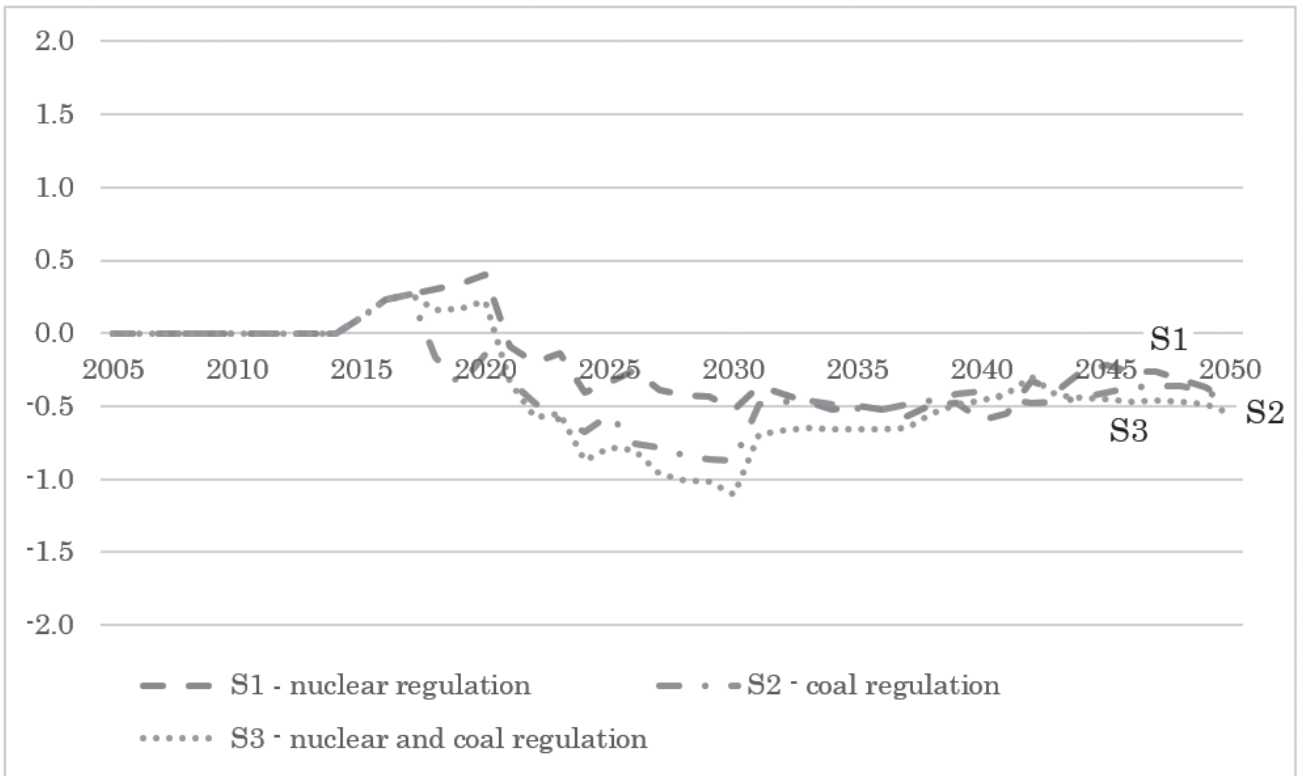
In S1, the results for Korea show that in the medium term, to 2030, the displacement in power capacity from regulated nuclear goes to alternative technologies, not just to coal or gas, making average electricity price in the scenarios higher in the baseline. This results in higher inflation and a reduction in consumer demand. After 2030, coal becomes the main source of power generation that replaces nuclear. This results in lower average electricity prices which benefits consumers.

In S2, coal regulation, there is a reduction in coal pow-

er plant investment in a similar manner to the reduction in nuclear investment in S1 but the amount of reduction is smaller because investment costs of the coal power plants are generally cheaper than nuclear. At the same time, there are increases in investment in all other technologies, including nuclear. After 2030, these additional investments, especially driven by investment in gas, outweigh the reduction in coal investment and become positive. In this scenario, we see higher electricity prices but the benefits of additional investment, which creates jobs and increases incomes, offsets the inflationary effect.

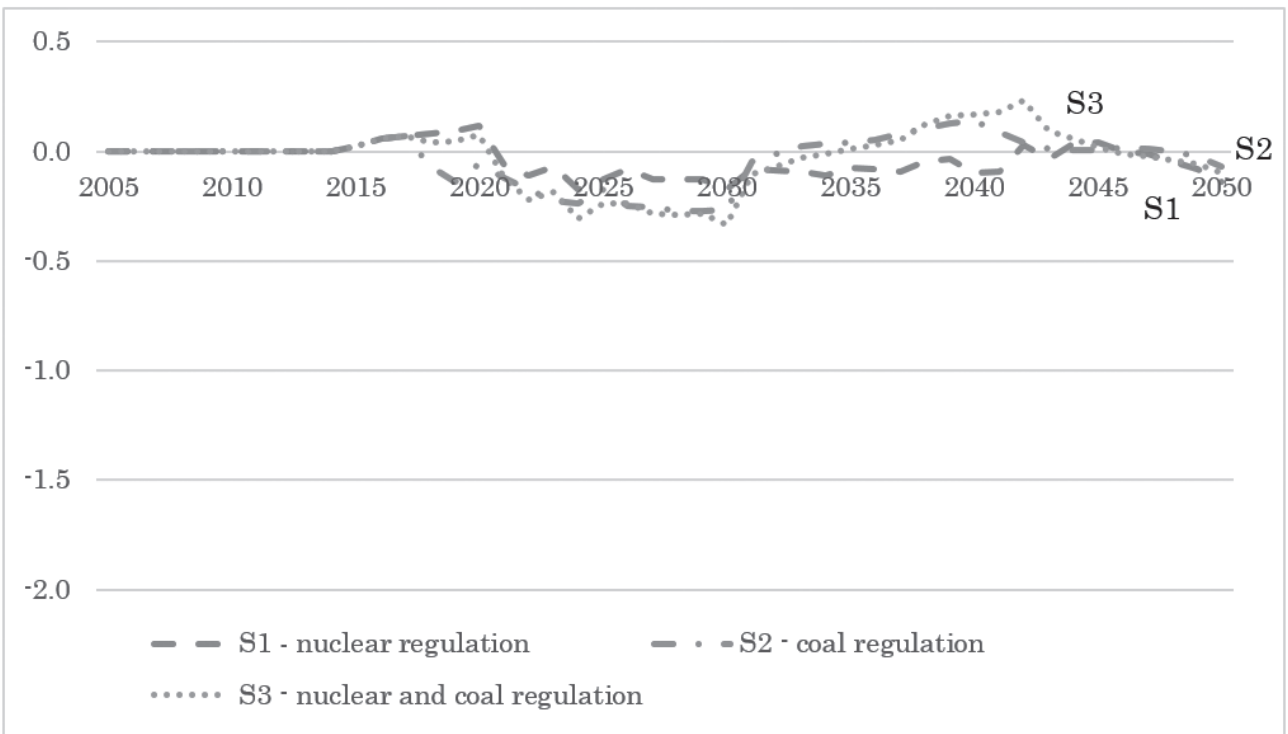
In S3, coal and nuclear regulations, the results contain combined effects of S1 and S2. The initial reduction is much stronger due to reductions in both coal and nuclear investment. In the longer term there is much stronger investment demand for alternative technologies. The GDP result for S3 in Korea does not show the highest increase because of the inflationary effect (moving away

Figure 7 GDP impact of nuclear and coal power regulation in Korea(2015~2050)
(unit:% difference from baseline)



Source: E3ME-FTT Power simulation results

Figure 8 Employment impact of nuclear and coal power regulation in Korea(2015~2050)
(unit:% difference from baseline)



Source: E3ME-FTT Power simulation results

Table 9 Economic impact of nuclear and coal power regulation in Taiwan(2030, 2050)

<unit:% differences from baseline in 2030>

	S1	S2	S3
GDP	0.1	-0.1	-0.2
Consumer spending	0.2	-0.1	0.0
Exports	0.0	0.0	0.1
Imports	-0.1	0.1	0.2
Investment	0.0	-0.4	-0.3
Employment	0.0	0.0	0.0
Inflation (consumer price)	-0.1	0.1	0.2

<unit:% differences from baseline in 2050>

	S1	S2	S3
GDP	0.1	0.1	0.2
Consumer spending	0.1	0.4	0.5
Exports	0.0	0.1	0.2
Imports	-0.1	0.3	0.4
Investment	0.0	2.4	2.8
Employment	0.0	0.1	0.1
Inflation (consumer price)	-0.2	0.2	0.1

Source: E3ME-FTT Power simulation results

from coal and nuclear which are relatively cheap, to more expensive technologies). Higher electricity prices limit the increase in consumer incomes and spending in real terms. The economic results for Korea are summarized in Table 8, Figure 7 and Figure 8.

4.4 Taiwan

Similarly the economic impacts for Taiwan are volatile due to our assumptions of regulated coal and nuclear capacities. The changes in coal and nuclear capacities affect power sector's investment patterns. It's more notable in the results for Taiwan because of the step-change reduction in the nuclear capacity in our scenario assumptions.

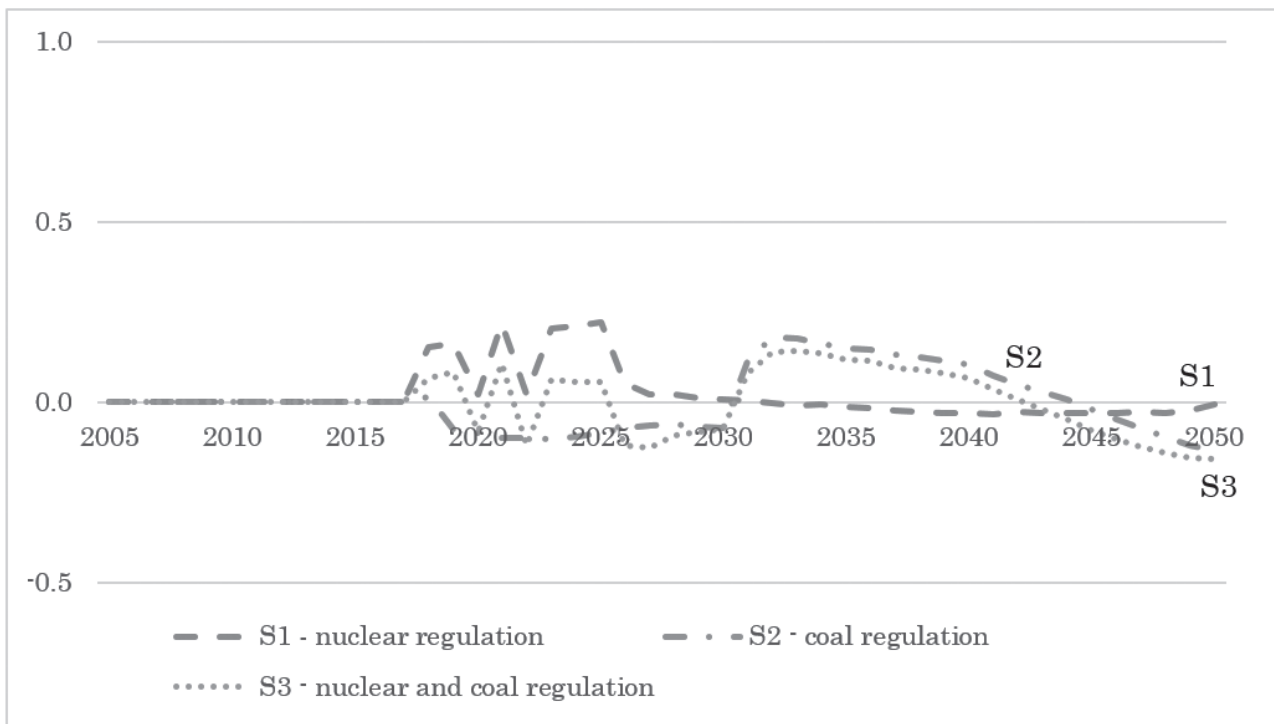
In S1, nuclear regulation, GDP impacts in the short term follow power sector investment as a result of the step changes in nuclear power capacity which requires additional investment in alternative technologies. In the long-run households benefit from using cheaper

electricity generated from coal, resulting in higher real income which lead to higher consumer spending.

In S2, coal regulation, the initial reduction in GDP comes from reduction in coal investment but in the longterm investment from other technologies increase, mainly from IGCC and nuclear. The additional investment offset the reduction in investment from coal and create positive effects throughout the Taiwanese economy. Price increases slightly in the coal regulation scenario, but not by much since the replacement technologies are from nuclear and gas, which are not that much more expensive than coal.

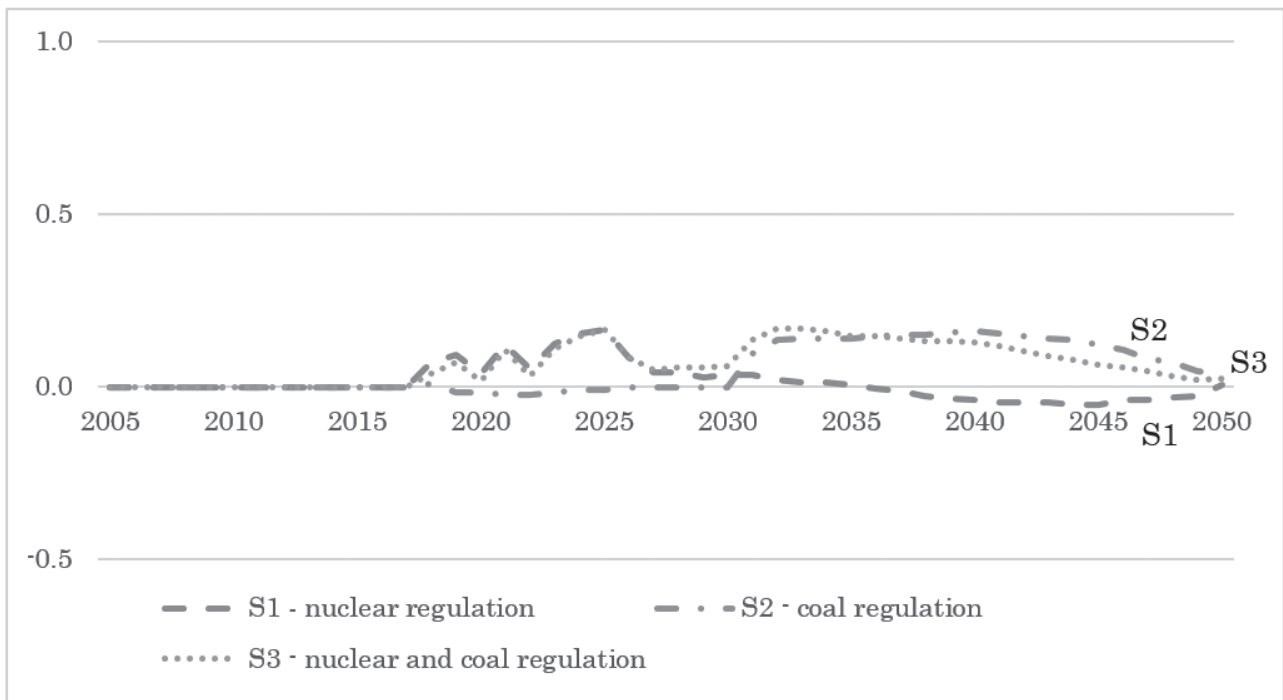
In S3, coal and nuclear regulation, we see a combination of impacts from S1 and S2, but both investment and price effects are amplified because both nuclear and coal are regulated. As a result, higher investment is required for alternative technology and electricity price is also higher to reflect the new power generation mix. Employment results follow the GDP results but to a

Figure 9 GDP impact of nuclear and coal power regulation in Taiwan(2015~2050)
(unit:% difference from baseline)



Source: E3ME-FTT Power simulation results

Figure 10 Employment impact of nuclear and coal power regulation in Taiwan(2015~2050)
(unit:% difference from baseline)



Source: E3ME-FTT Power simulation results

lesser magnitude. The economic results for Taiwan are summarized in Table 9, Figure 9 and 10.

5. Conclusions

In this paper, we look at the economic impacts on the four East Asia economy: China, Japan, Korea and Taiwan as a result of coal and nuclear regulations. The scenarios and modelling approach are the same as those in Azuma, A et.al. (2018). In summary the three scenarios are nuclear regulation, coal regulation and nuclear and coal. The modelling tool used to analyse these regulation policies is the E3ME-FTT model. This paper's estimations on the economic impacts on East Asia countries are on the proposition of power mix and CO₂ emission simulated by Azuma, A et.al. (2018) also.

Restrictions on nuclear power alone (S1) have a negative short-term impact on the economy due to reduction in nuclear investment that would have taken place without nuclear regulations. However, these negative impacts are compensated by cheap power generation from coal which substitute power generation from nuclear. Although the impacts of nuclear regulation on the economy are small, CO₂ emissions increase significantly due to the shift to coal power generation as shown in Azuma, A et.al. (2018). Under the coal regulation scenario (S2), power generation costs increase resulting in higher electricity price and there is a modest burden on the economy. However, there is a further shift to renewable energy and LNG, which result in additional power sector investment. In this scenario, there is a significant decrease in CO₂ emissions also shown as Azuma, A et.al. (2018). Under nuclear and coal regulation (S3), there is a larger initial burden on the economy than in Scenario 2 due to higher power generation costs, but this turns neutral or even positive over the medium and long term due to reduced capital costs for renewable energy and the impact of investment in renewables technologies. Additionally there is further benefit to economy from reduction in fossil-fuel energy imports. CO₂ emissions differ somewhat by country, but large reductions are forecast also shown as Azuma, A et.al. (2018).

Our research shows that despite severe restrictions on nuclear and coal power, the negative impact on the economy is limited, and it is possible to shift to a sustainable power mix with improvement to economy. Further, if the restriction on coal-fired power plants is implemented in all four regions simultaneously, the negative

effect on GDP will become lower in Japan and Korea, who face severe international trade competition with the price of electricity becoming a determinant of comparative competitiveness.

Finally we conclude that a simultaneous restriction on nuclear and coal-fired thermal power generation are necessary for promoting clean technologies. The economy also benefits from additional investment in renewable technologies which create jobs and multipliers impacts. At the same time, countries' trade balances also improves from the reduction in fossil fuels imports. The benefits from investments and reduction in imports offset increases in electricity price in the long run as renewable technologies become cheaper. However, we also concluded that the regulations alone is not enough to promote large increase in renewables. It is therefore necessary for policy makers to introduce complementary policies such as feeds-in tariff or carbon tax to promote higher share of renewables. This should be next challenges of our study.

Notes

- ⁽¹⁾ See <https://www.camecon.com/how/e3me-model/for-details-on-E3ME-model>.
- ⁽²⁾ See Mercure(2012) for details on FTT:Power model.
- ⁽³⁾ And for more details on the interaction E3ME model with FTT:Power, see Lee, S. et.al.(2015) and <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1707/1707.04870.pdf>. This section is cited partly from Lee, S. et. al.(2015).
- ⁽⁴⁾ Δlog indicate differences of the logarithms of the quantities.
- ⁽⁵⁾ This section is summary of Azuma, A, et.al.(2018). For more detail in the scenario description, see Azuma, A, et.al.(2017).
- ⁽⁶⁾ Installed capacity of nuclear power plants in Japan reflects the actual number of capacity restarted as of June 2017.
- ⁽⁷⁾ Annual electricity output (kWh) = installed capacity (kW) × 8760 hours × annual operational rate.
- ⁽⁸⁾ See Cambridge Econometrics (2016) for more detail.
- ⁽⁹⁾ This number include 10 nuclear power plant (totally 9.25 GW) permitted reactor installation license by NRA as of June 2017, and 6 newest plants (totally 6.77 GW) which will be able to operate after 2035 but did not submit application for reactor installation yet.
- ⁽¹⁰⁾ Three nuclear power plants in Japan (Mihama unit No.3, Takahama unit No.1 and No.2) allowed 60

years operation by NRA in Japan in 2016. Therefore, in this analysis, these three plants operate for 60 years exceptionally.

⁽¹¹⁾ Seocheon unit No.1 and No.2 (400 MW) planned to shut down in 2018, Samchonpo unit No.1 and No.2 (1120 MW) in 2020, Honam unit No.1 and No.2 (500 MW) in 2021, Boryeong unit No.1 and No.2 (1000 MW) in 2025.

⁽¹²⁾ This section is summary of Azuma,A,et.al.(2018). For more detail in the power mixes in East Asia, see Azuma,A,et.al.(2018).

References

- 1) Azuma,A, Chewpreecha,U., Na,S-I.,Chen,L-C., He, Y.,Matsumoto,K. and Lee,S. (2018) Modeling the Power Sectors of East Asia in 2050 – The choice of Power Sources by Regulation of Nuclear and Coal power,Meijo Asian Research Journal Vol.8 No.1(-forthcoming).
- 2) Cambridge Econometrics(2016)E3ME Manual,version 6.0,available online at www.e3me.com
- 3) Center for Low Carbon Society Strategy(2015) Future power costs and CO₂ emissions
Institute of Energy Economics,Japan(2016)Asia/World Energy Outlook 2016
- 4) Mercure, J.-F. (2012) “FTT:Power A global model of the power sector with induced technological change and natural resource depletion ”, *Energy Policy*, 48, 799–811.
- 5) Mercure, J.-F., Salas, P., Foley, A., Chewpreecha, U., Pollitt, H., Holden, P. B., and Edwards, N. R. (2014) “The dynamics of technology diffusion and the impacts of climate policy instruments in the decarbonisation of the global electricity sector ”, *Energy Policy, out Online*. doi:10.1016/j.enpol.2014.06.029.
- 6) Ogawa, Y, M Jean-Francois, Lee, S., Pollitt, H., Matsumoto, K., and Akihiro,C.(2015) “Modeling the power sector in East Asia – Economic and Environmental impacts of the choices of power sources ”, in Soocheol Lee, et.al.(eds) ,*Low-carbon, Sustainable Future in East Asia : Improving energy systems, taxation and policy cooperation*, Routledge,pp.63-72
- 7) Pollitt, H., Park, S-J., Lee, S., and Ueta,K.(2014) “An economic and environmental assessment of future electricity generation mixes in Japan - an assessment using the E3MG macro-econometric model ”, *Energy Policy*, 67243–254

Human Resource Development and Engineering Capabilities of Vietnamese SMEs in Hanoi

By Yuri SADOI
Professor, Faculty of Economics, Meijo University

Abstract

This paper aims to analyse the human resource development strategies and to evaluate the engineering capabilities of local Vietnamese SMEs in Hanoi, Vietnam. Vietnam, as a latecomer, started its economic development in the 2000s by Doi Moi policy, implemented in 1986 which reform and promote industrial development.

This paper focuses on the skill formation process in Vietnam through case studies of Vietnamese SMEs. Those cases will shed light on effective ways to develop key personnel with high levels of skills, technologies and capabilities to upgrade Vietnamese SMEs.

First, the background of Vietnamese SMEs, followed by the theoretical framework of this study are presented. Then, the empirical research on cases of technology accumulation in local SMEs are discussed. Ten firms from the manufacturing industry in Hanoi were surveyed by the author in October and November 2016.

KEY WORDS : Human resource development, SMEs, Vietnam, engineering capabilities

1. Introduction

The purpose of this paper is to analyse the human resource development strategies and to evaluate the engineering capabilities of local Vietnamese SMEs in Hanoi, Vietnam. Vietnam started its economic development in the 2000s as a latecomer to industrialization in the ASEAN. Vietnam's Doi Moi policy, implemented in 1986, started its economic reform and has promoted industrial development since then.

Foreign direct investment has accelerated since the 2000s, with the United States granting Vietnam most-favoured-nation status and the approval of the WTO. However, in Vietnam, as a latecomer that has just started to industrialize, human resource development to support manufacturing industry lags behind. The demand for skilled workers and engineers is increasing, but the human resource development of engineers in industry remains insufficient in numbers and quality.

This paper focuses on the skill formation process in Vietnam through case studies of Vietnamese SMEs. Those cases will shed light on effective ways to develop key personnel with high levels of skills, technologies and capabilities to upgrade Vietnamese SMEs.

The paper first presents the background of Vietnamese SMEs, followed by the theoretical framework of this study. The second part presents the empirical research on cases of technology accumulation in local SMEs.

Ten firms from the manufacturing industry in Hanoi were surveyed by the author in October and November 2016. This paper examines the cases of Vietnamese SMEs operating in production machine making, metal mould manufacturing and supplying parts mainly for motorcycles in Hanoi and presents some findings based on the research.

2. Background of SMEs in Vietnam

In Vietnam, after the Doi Moi policy was implemented, real economic development started in the 2000s, especially after the United States granted Vietnam most-favoured-nation status and it gained the approval of the WTO. Table 1 shows the economic performance of Vietnam from 2005 to 2014. The GDP growth rate has stayed at around 6% in recent years. The GDP per capita reached US\$2000 in 2014, and the unemployment rate remained low, around 3%. As shown in Table 2, the number of enterprises has increased steadily.

Table 3 shows the number of active enterprises by the size of the labour force. Micro-sized enterprises have continuously increased at the highest speed and with the largest share. Small enterprises have increased in numbers at the same rate as medium-sized and large enterprises. As shown here, micro-sized enterprises, which have ten or fewer employees, account for the largest portion of enterprises in Vietnam.

Table 1 Economic Information on Vietnam

Year	GDP growth rate %	GDP	GDP per capita	Consumer price index	Unemployment%
2005	7.6	52,917	700	8.3	5.3
2006	7.0	60,913	796	7.5	4.8
2007	7.1	71,016	919	8.3	4.6
2008	5.7	91,094	1,145	23.0	4.7
2009	5.4	97,180	1,160	6.9	4.6
2010	6.4	104,632	1,273	9.2	4.3
2011	6.2	122,104	1,517	18.6	3.6
2012	5.3	155,820	1,748	9.2	3.2
2013	5.4	170,387	1,907	6.6	3.6
2014	6.0	185,346	2,052	4.1	3.4

Source: JETRO (2017)

Table 2 Number of Registered Enterprises from 2008 to 2013

Year	Number of registered enterprises	Accumulation	Registered capital VNI billion
2008	65,319	331,060	-
2009	84,531	415,591	-
2010	83,685	499,276	-
2011	77,548	576,824	513,700
2012	69,874	646,698	467,265
2013	76,955	723,653	398,681

Source: Ministry of Planning and Investment Vietnam (2016)

Table 3 Number of Active Enterprises by Size of the Labour Force as of January 2013

Year	Total	Micro	Small	Medium	Large
2008	205,689	127,180	68,046	4,484	5,979
2009	248,842	162,785	74,658	5,010	6,389
2010	279,360	187,580	79,085	5,618	7,077
2011	324,691	216,732	93,356	6,853	7,750
2012	332,672	225,037	93,036	6,735	7,864

Source: Business performance of enterprises by Vietnamese standard industrial classification VSIC 2007, Statistical Yearbook 2012, General Statistics Office Vietnam

Table 4 shows the number of state-owned, non-state-owned and FDI-supported enterprises. There are 48,000 state-owned enterprises, 334,500 non-state-owned enterprises and 8,976 FDI-supported enterprises, respectively.

3. Theoretical Framework

Technology and knowledge have moved across enterprises and countries from the earliest days of productive activity (Lall 2001). In recent years there has been increased interest in the issue of technology accumulation and the international division of labour in many countries. Technology accumulation plays a central role in

Table 4 Number of Enterprises by Legal Form as of January 2013

	2008	2009	2010	2011	2012
Central state owned	1,651	1,806	1,779	1,797	1,792
Local state owed	1,656	1,554	1,502	1,468	1,447
State owned	3,307	3,360	3,281	3,265	3,239
Private	46,530	47,840	48,007	48,913	48,159
partnership	67	69	79	179	286,403
Limited Liability	103,091	134,407	163,978	193,281	
Joint-stock with state capital	1,812	1,738	1,710	1,751	
Joint-stock without state capital	31,746	42,622	55,057	68,292	
Non state	183,246	226,676	268,831	312,416	334,562
100% FDI	4,612	5,414	5,989	7,516	7,523
JV foreign domestic	1,014	1,134	1,259	1,494	1,453
FDI sector	5,626	6,548	7,248	9,010	8,976

Source: General Statistics Office of Viet Nam (2015)

economic development. Empirical research has drawn attention to two aspects of technology accumulation: technical change and the acquisition of technological capabilities (Lall 1993). Rasiah (1994, 1995) provided empirical evidence of the importance of technical external economies in the flow of technology from foreign sources to local firms, which has implications for the analysis of firms' economic performance in developing countries.

Recent theories have demonstrated that incremental technology accumulation can have a positive impact on firm-level efficiency and productivity (see Rasiah 1996; Kim 1997). Lall (2001, p. xii) described four levels of technological capabilities. The simplest operational level needed to run a technology efficiently involves basic manufacturing skills as well as some more demanding troubleshooting, quality control, maintenance and procurement skills. At the intermediate level, duplicative skills are also critical, including the investment capabilities needed to expand capacity and to purchase and integrate foreign technologies. Next are adaptive skills, whereby imported technologies are adapted and improved, and design skills for more complex engineering. Innovative skills are also important to absorb technologies creatively (see Kim 1997). The acquisition of skills and investment in human capital are seen by many economists as an engine of growth (Acemoglu and Pischke 1998; Sadoi 2008, 2009).

In this paper, as described above, the four levels of skills proposed by Lall along with innovative skill are

used to evaluate technological capability, resulting in five levels of skills: the simplest operational level, the intermediate level, adaptive skills, design skills and innovative skills. Eight SMEs in the manufacturing industry in Hanoi were surveyed by the author in October and November 2016. These firms are 100% Japanese-owned firms and 100% Vietnamese-owned firms. This paper aims to evaluate the technological capabilities of their Vietnamese engineers and workers and evaluate and discuss the human resource development strategies based on the result.

The research question in this paper is that Japanese companies in Vietnam put more emphasis on the human resource development of Vietnamese employees than 100% Vietnamese-owned firms. Thus, the technological capability of the 100% Vietnamese-owned firms is lower than that of the 100% Japanese -owned firms.

4. Empirical Survey

To examine the hypothesis raised in the previous section, SMEs in Hanoi were surveyed by the author in November 2016. Five 100% Vietnamese-owned firms and two 100% Japanese-owned firms were surveyed during interviews and meetings on the production site with managing directors and the equivalent level of managers.

First, 100% Vietnamese-owned companies are examined. Among the companies surveyed are Quoc Dat

Company, a motorcycle parts maker, HP Tech, which makes metal moulds and stamping parts for motorcycles, and CNC VINA, a machine and equipment production firm.

4.1 The cases of 100% Vietnamese SMEs in Hanoi

Quoc Dat Mechanic and Service Co., LTD (Quoc Dat)⁽¹⁾

Quoc Dat is a metal machining and assembly firm for Yamaha motorcycle brakes and gear parts. Currently 5 workers are employed by the factory. The owner of the firm is a 62-year-old engineer with a military background. In the military he worked as a mechanic and mastered production techniques at the Military Internal Training Centre, (ITM). Later, he was in charge of training at ITM.

He established the firm in 2007 to make spare parts for Yamaha motorcycles. He constructed simple production machines by himself using military scraps. The firm's major customers are Taiwanese, Japanese and Vietnamese local firms. The machines in the firm are general purpose machines from the 1970s or 1980s. Three press machines, an old type of Amada from Japan, one from Komiyama in Japan and one from China, one welding machine and five manual punch press machines are used for production. All five of the operators can use all the machines. All the machines are maintained and repaired by the operators and the owner themselves. Only in the case of electrical problems do they call electricians to repair them. Some of the machines were even produced by the owner himself.

Quoc Dat is small in scale but has production technique capability. Although the production skills and techniques are well maintained, the quality and precision of the products lag behind. On the production site, there is a sign indicating 5S. However, the sign is dirty and dusty, showing the condition of the firm itself.

HP Tech Vietnam Engineering & Mold JSC (HP Tech)⁽²⁾

HP Tech was established in 2012 and is a 100% Vietnamese firm for metal press mould production and manufacturing using the metal moulds produced. It has two factories, one for metal press mould making and one for manufacturing using the metal moulds. Altogether 90% of the metal moulds are for Honda and Yamaha in Vietnam and 10% are for exporting to Japan, to Osaka Osawa. Some metal moulds are for Panasonic washing machine parts.

The Managing Director (MD) and the head of the production plant graduated from a university in engineering.

Then they worked on a joint venture with Honda (51%) and Vietnamese firm (49%) in charge of motorcycle body part production for 15 years and 10 years, respectively. They started their own company using their experience and know-how.

HP Tech produces metal moulds for Yamaha motorcycle parts. Currently, HP Tech is making metal moulds for lids on gasoline tanks to reduce six processes into one. For Honda HP Tech is making metal moulds for motorcycle flames. The material is imported mainly from Japan and some from Taiwan through a Vietnamese trading company. The machines for producing metal moulds are mostly imported from Taiwan. Two second-hand Mori Seiki CNC machines are used for production.

The work organization involves 4 engineers for metal mould designing, 15 engineers for metal mould making, 5 operators for assembly, 10 operators for finishing and 2 operators for testing. About 30% of the employees have a university engineering degree. All the employees are in their 20s and 30s. The operation is divided into 2 shifts of 8 hours. It takes 1 to 1.5 months to produce 1 metal mould.

Kaizen activities are in progress following a request from Honda. They are currently dealing with two targets: to reduce the NG products and to shorten the production cycle. These activities are performed during working hours with the MD as the leader.

This case shows that Vietnamese engineers with working experience in Japanese joint venture producing Honda parts established a metal mould company using their technological capabilities and their connection with Honda parts. At the top of the company is the entrepreneurial spirit to start their own company by maximizing their experience, skills, technology, knowhow and connections.

CNC VINA⁽³⁾

CNC VINA is a production machine maker that is 100% owned by a Vietnamese firm. CNC VINA has 10 years of production experience with 135 employees. It is owned 100% by Vietnamese owners and covers 3000m². Production machine manufacturing requires high levels of skills and knowledge and is largely used in manufacturing industries, such as automobiles and electronics. Production machines and automatic control devices are indispensable for all manufacturing processes. They vary for each production process in material, size and usage. The manufacturing of production machines requires R&D, designing, prototype making, machining,

assembly and testing.

CNC VINA was established in 2007 in Hanoi as a CNC and applied technology company. It started the production, modification and sales of production machines for manufacturing industries in Vietnam, such as electronics, automobiles and motorcycles, and robotics. CNC VINA is engaged in manufacturing production machines mainly for Japanese customers in Vietnam (95%) and Korean companies such as Samsung. The main customers are in the automobile and motorcycle industry: Yamaha, Honda, Showa, Denso, Piaggio, Toyota Boshoku, Tosuk and Tokai Rubber. In the electronics industry, the main customers are Panasonic, Canon, Kyocera, Hoya, R-Tech and Sumitomo Rubber. The production machinery and equipment at CNC VINA were imported from Germany and Japan

CNC VINA is a joint stock company of machine manufacturing and automatic control (Vinavico and Navicom). In 2008 it changed its name to CNC VINA and moved its office to Hanoi to meet the increasing demand for Japanese makers who started in Vietnam, such as Yamaha, Panasonic, MAP, Yamazen and Sumitomo Rubber.

The personnel structure consists of 40% employees with a university engineering degree, 24% with a college diploma, 15% with an intermediate school certificate, 12% with a vocational training certificate/diploma and 10% with a junior high school certificate. In total there are 135 employees as of 2016. The company started in 2007 with 10 employees. The number increased rapidly to 162 in 2013. However, it decreased and stabilized to the current situation, which is the most suitable number for the production volume and management. The job organization is 16% mechanical engineering, 7% electrical engineering, 3% services, 41% workshop and 33% office.

The majority of core engineers have working experience with Japanese makers in Vietnam. For example, the general manager worked for Yamaha for 7 years. At that time, he started as a worker in the production technology section. He learned production technology by on the job training (OJT) and off the job training (Off JT) at the Japanese company. He was asked to enter CNC VINA when the company started operation. He was eager to contribute his engineering experience and knowledge to the Vietnamese company.

The managers and staff at CNC VINA have many years of working experience in joint ventures with Japanese partners in the manufacturing industries. Those who had qualified techniques and been trained for the Japanese

production system joined CNC VINA. Therefore, the team is fully qualified and capable of achieving CNC VINA's mission 'to develop the machine manufacturing industry with the expertise and intelligence of the Vietnamese people'. In 2010 CNC VINA implemented production management training, Kaizen and 5S activities with the support of JICA to upgrade its productivity. In 2011, to meet the increasing demand, CNC VINA moved its head office and production site to the centre for industrial zone development, Minh Khai Ward, Bac Tu Liem District.

The first product that CNC VINA produced was glue-dispensing machines, developed in 2007 and 2008. Then fork pipe washing machines were produced in 2009 and ultrasonic washing machines in 2010. These product machines were single machines for certain production processes. Subsequently CNC VINA developed auto lines from 2011, such as assembly lines for smartphone mobile speakers, robot integrated production lines in 2012 and chassis-turning machines in 2014. From 2015 CNC VINA started to export its production machines to India, the Philippines and Indonesia.

The production process is as listed below. First, after receiving the customer request, the company generates a quotation. Then, based on the initial product planning, engineers design the production machines or processes. After the design process is finished, the production processes of machining and assembly start. The assembly process is tested several times until the required production machines are completed. During the testing period, the customers are invited to check the product to determine whether all the required processes meet the target. After approval from the customers, the finished product will be delivered and installed on their production line. These processes takes 2.5 months on average.

Operational processes:

1. Clients' requirement: discussion with the clients regarding the requirements of their order.
2. Preliminary design for quotation: a quotation based on the preliminary design is presented to the clients.
3. Acceptance of order placing: following a discussion with the clients, the order is placed with the clients' acceptance.
4. Engineering design for manufacturing.
5. Machining.
6. Assembly.
7. Trial running.
8. Checking by clients: the clients visit CNC VINA to check the products and their quality.

9. Installation and handing over: CNC VINA delivers and installs the products at the clients' production site and hands over the production machines.
10. Warranty: CNC VINA is in charge of maintenance at the clients' site. Whenever problems arise, engineers visit the site to carry out repairs and maintenance.

To enable the process to run smoothly, each "project team"⁽⁴⁾ is in charge of one built-to-order manufacturing product. Depending on the scale and complexity of the project, the number of project team members varies. Each project team consists of one team leader and four or five members on average. The project leader has approximately five years of working experience after graduating in engineering from a university. On the production site, each project team uses a project progress board to keep track of the project and visualize its progress.

In addition, Japanese production management systems have been introduced, such as 5S and visibility. CNC VINA applied the Japanese production management system by modifying it to the Vietnamese style. This means choosing the most important items and modifying the system to suit Vietnamese employees. For example, a one-project-one-whiteboard system was introduced. To control and maintain each project, all the processes and progress are shown simply using one board. This also helps in providing visibility to all the project members as well as the managers who control all the production projects.

Human resource management in CNC VINA is well controlled and visualized on the HR board. An organization chart with names and pictures of the employees is indicated in each section. All the employees' names are indicated in a matrix chart on the corridor of the main office. It controls the daily operational hours of human resources and shows who is participating in which project and who is absent on a particular day. The evaluation of all the employees is based on eight points. Operators and workers are graded on five levels. This evaluation system helps to motivate employees to achieve promotion.

One of the strong points of CNC VINA is the provision of high technology and quality of products at a much lower price than Japanese production machine makers. The low labour cost and low delivery cost compared with those of Japanese makers in Japan make it competitive. The other strong point is proximity and quick response

times. Whenever its clients encounter problems with their production line, CNC VINA can send engineers immediately. To prove this strength, many leading Japanese companies in electronics, automobiles and motorcycles have been clients in recent years. In the case of Japanese makers in Japan, after they have received the call from the client, they send Japanese engineers from an office in Vietnam or even from Japan. This involves high labour and time costs.

CNC VINA has been increasing its orders from highly qualified Japanese customers and improving its competitiveness. In general, many Japanese companies operating in Vietnam complain about the low quality and reliability of local suppliers, however, CNC VINA is the exception and showing the possibilities and directions for other Vietnamese firms as role model of the success.

4.2 The cases of 100% Japanese-owned SMEs in Hanoi

Takase Molding System Vietnam Co., Ltd. (Takase)⁽⁵⁾

Takase was established in 1982 in Aichi, Japan, to design and produce metal moulds for plastic injection. In 2012 Takase Molding System Vietnam was established at a rental factory in Than Ron Industrial Zone in Hanoi. In 2016 it had one Japanese manager and fourteen Vietnamese employees, two male engineers, ten female operators and two staff members. As yet metal mould production has not started in Hanoi, although the necessary machines have already been installed. Except for the Japanese manager, no one has the skills and techniques to make metal moulds yet. Currently the production of simple-shaped plastic parts is the major operation.

Since 1998 a total of twenty Vietnamese trainees have been received in Japan for three to five years of training at the Aichi plant. The experience of accepting Vietnamese technical trainees resulted in the decision of Takase to open the Hanoi plant.

The same types of production machines are installed in Hanoi and Japan. The division of labour in Takase in Japan and in Hanoi is as follows. The Hanoi plant is in charge of parts that require machining and trimming after automated production and parts that require visual checks.

Takase has not yet started metal mould production or teaching metal mould production training to Vietnamese engineers. The Japanese General Director mentioned that he would like to start metal mould production soon and that the instruction on equipment and machines is complete and the company is ready to start. He is

planning how to carry out human resource development relying on the Technical Intern Training program⁽⁶⁾ by OTIT(Organization for Technical Intern Training) in Japan. That trainee system is not conducted through Takase but through an HR agent. Therefore, Takase cannot transfer the trainees in Japan to Vietnam yet. In the near future, Takase wants to send its employees for training in Takase Japan. Those who finish the course will be ideal for Takase Hanoi to hire. Then the metal mould production process can start when the HRD system is complete.

Ihara Manufacturing Vietnam (Ihara)⁽⁷⁾

Ihara was established in 2012, 100% owned by Ihara Japan, and started the production of motorcycle parts in 2013. In 2014 it started to export motorcycle parts to Thailand. The production capacity is 1.2 million units of oil pumped per year and 0.45 million units of water piped per year. The material and subparts are all imported. No material or parts are purchased locally because of the low quality and reliability.

The official language in Ihara is Japanese. There are two Japanese experts and thirty-six Vietnamese employees. The number of local staff varies because of high absenteeism and quitting rates. Ihara introduced a good welfare system and incentives for employee upgrading. Operators can gain an extra allowance for upgrading their skills. Offering an allowance is the best way to motivate employees to upgrade their skills. In addition, introducing a grading system is an effective method in Ihara. The wage gap between the leader and the assistant manager is more than three times in total, including several allowances. The gap is even larger than that in Ihara in Thailand and Indonesia.

Quality control, small group meetings and Kaizen activities were introduced in Ihara from the beginning. The Kaizen submission rate is very low, even though Ihara offers a small allowance for submitting a Kaizen plan. Overall, Ihara introduced the Vietnamese method of human resource development through OJT with allowance incentives.

5. Discussion

In the previous section, 100% Vietnamese firms and 100% Japanese firms were examined regarding their human resource development processes and technological capabilities. Although the types of business and techno-

logical requirements vary, in these cases high technological capabilities in mould making and engineering were observed in Vietnamese firms. Especially, the case of CNC VINA showed the highest technological capability in products and engineers among all the cases.

Although during our research in SMEs in Hanoi, many Japanese managers mentioned the problems of local suppliers of parts and materials. For example, a Japanese motorcycle parts supplier for Yamaha and Honda in Hanoi purchased its subparts from Japanese suppliers in Indonesia, not from local suppliers, because of quality and reliability issues. It only purchases minor parts and materials, which do not directly affect their product quality, such as packing, from local Vietnamese suppliers. Japanese makers place a high priority on product quality.

How did CNC VINA achieve its technology and quality to meet the high requirements of the Japanese makers in Vietnam? Not only for the case of CNC VINA but also for the other cases, these reasons are examined in the four points below.

The first point is the strong challenging spirit of the core members. The established person and members had strong motivation to start as a 'competitive Vietnamese company'. Based on this spirit, several core motivated and experienced members were created spontaneously. The spirit is shown in Quoc Dat and HP Tech founders in certain level. The spirit is shown in CNC VINA's company slogan: 'to develop the machine manufacturing industry with the expertise and intelligence of the Vietnamese people'. Despite interviewing many engineers, the same kinds of strong motivation and confidence were supported by their achievement in producing machines for their customers, many well-known leading Japanese companies.

Second is the working experience and OJT and Off-JT at Japanese makers. Many managers and engineers had nearly ten years of working experience at Japanese leading makers in Vietnam. As for HP Tech and CNC VINA, managing directors and core managers had working experiences in Japanese companies in Vietnam.

Those large Japanese companies, which started operation at the earlier stage of industrial development, had a strong in-house human resource development system (Sadoi 2003). Honda and Yamaha in Hanoi provided OJT and several kinds of Off-JT in house and were active in developing local engineers' technological capabilities and the Japanese style of production management system. Although they represent a big loss for Honda and Yamaha, those who obtained technology and know-how

in house left their companies, and Japanese companies pointed out that this loss is the negative point of human resource development in Vietnam while they had contributed to building the technological capabilities of Vietnamese people.

The third point is the motivation of Vietnamese employees. As indicated in the first point, core managers and engineers who have work experience in major Japanese makers in Vietnam have strong motivation to develop Vietnamese people. They act as an important role model for others. Especially, they are Vietnamese role models for Vietnamese people. As seen in CNC VINA, the confidence to produce and develop production machines for Yamaha and Honda will stimulate Vietnamese employees and Vietnamese SMEs.

Fourth, the role of the Japan Vietnam Human Resources Cooperation Center (JVCC) for management and technological training courses for Vietnamese SMEs is indispensable for further development.⁽⁸⁾ The JVCC started in 2009 and provided management courses for manufacturing industries. As of 2016, the JVCC had trained 214 managers of Vietnamese manufacturing SMEs. Among the introduced cases, some, but not all, use JVCC courses for engineers' training. CNC VINA and HP Tech use JVCC for training courses.

The JVCC plays an important role in accumulating and creating Vietnamese SMEs' networking in their business. Alumni associations of the JVCC have been started spontaneously and the members hold regular study meetings.

Nguyen (2016) pointed out that the problem of SMEs in Vietnam is the lack of business associations for networking and information sharing.⁽⁹⁾ As previously mentioned, in Vietnam the majority of enterprises are micro enterprises. For those companies the owner engineer is the only one to provide technology and HRD for the employees, as in the case of Dung Quo in this paper. JVCC courses and alumni associations must be effective for those micro enterprises' and SMEs' development.

6. Conclusions

This paper aimed to analyse the human resource development strategy and evaluate the engineering capabilities of local Vietnamese SMEs in Hanoi, Vietnam. In the first section, the background of SMEs in Vietnam was introduced and the increasing and large percentage of micro enterprises as well as small enterprises was point-

ed out. The key issue in building capability in Vietnam is the development of micro and small enterprises.

The second part studied the theoretical framework and raised the hypothesis that the Japanese SMEs in Vietnam put more emphasis on the human resource development of Vietnamese employees. Therefore, the technological capability of 100% Vietnamese-owned SMEs might be lower than that of 100% Japanese-owned SMEs in Vietnam.

To test the research question hypothesis, the third section examined case studies. To investigate the technological capabilities of Vietnamese SMEs, the cases were raised based on the author's on-site surveys and interviews with managers and engineers. Three Vietnamese cases and two Japanese cases were introduced.

As a result, among these case studies showed opposite result. The Vietnamese SMEs in Vietnam put as same as or even more emphasis on the human resource development of Vietnamese employees than Japanese SMEs in Vietnam. Moreover, one case showed the technological capability of 100% Vietnamese-owned SMEs might be equal or even higher than that of 100% Japanese-owned SMEs in Vietnam.

Overall, there are three major findings in vietnamese SMEs. The first point is the strong challenging spirit of the core members. The established person and members had strong motivation to start up a 'competitive Vietnamese company'. Their strong motivation and confidence were supported by their achievement in producing machines for their customers, which include many well-known leading Japanese companies.

The second finding concerns the working experience and OJT and Off-JT at Japanese manufacturers. Many managers and engineers had nearly ten years of working experience at leading Japanese manufacturers in Vietnam. This time, large corporations were not surveyed, but they had contributed to building the technological capabilities of Vietnamese people. Indirectly, their efforts contributed to the technological capability of Vietnamese SMEs.

The third finding relates to the motivation of Vietnamese employees. Core managers and engineers who have work experience in major Japanese manufacturers in Vietnam have strong motivation to develop Vietnamese people. They act as an important role model for others.

The fourth point is the role of the JVCC. The JVCC plays an important role in accumulating and creating Vietnamese SME networking in their business.

The cases introduced in this paper are limited in num-

ber. Samples were selected as SMEs capable of engineering and mould production at this time. Although the samples are limited, these cases shed light on directions to improve Vietnamese SMEs by upgrading their technologies.

Notes

- ⁽¹⁾ The author visited Quoc Dat Company on 2 November 2016 and interviewed Mr Vuong Van Dau, Director.
- ⁽²⁾ The author visited HP Tech on 2 November 2016 and interviewed Mr Ngyen Quang Huy, Deputy Director and Engineering Department Manager.
- ⁽³⁾ The author visited CNC VINA on 30 October 2016 and interviewed Mr Ha Thanh Hai, Director, and Mr Dao Anh Van, Vice Director.
- ⁽⁴⁾ CNC VINA called 'project team' for built- to-order production product.
- ⁽⁵⁾ The author visited Takase Molding System Vietnam Co., Ltd on 1 November 2016 and interviewed Mr Kazutaka Hirano, General Director.
- ⁽⁶⁾ Technical Intern Training by OTIT is a legal entity approved the Minister of Justice and the Minister of Health, Labour and Welfare, aiming to promote international cooperation by transferring skills, technologies, or knowledge in Japanese industries to developing countries through human resource development.
- ⁽⁷⁾ The author visited Ihara Manufacturing Vietnam on 4 November 2016, and interviewed Mr Hideitsu Matsui, General Director.
- ⁽⁸⁾ The author's interview at the JVCC on 3 November 2016.
- ⁽⁹⁾ Nguyen (2016) discussed the points at the international workshop organized by HUBT and Meijo University on 'The subcontracting system in the Japanese automobile industry and emerging issues of the Vietnamese companies to join with the value chain' at Hanoi University of Business and Technology, Hanoi, 30 October 2016.

References

- 1) ACEMOGLU, D. and PISCHKE, J.-S., 1998. Why do firms train? Theory and evidence. *Quarterly Journal of Economics*. vol. 113, no. 1, pp. 79–119.
- 2) GENERAL STATISTICS OFFICE of VIET NAM (2015) Vietnam Statistical Yearbook 2014
- 3) JETRO, 2017. Vietnam data [online] [viewed January 2017]. Available from: <https://www.jetro.go.jp/world/asia/vn/>
- 4) KIM, L., 1997. *Imitation to innovation: the dynamics of Korea's technological learning*. Harvard Business School Press.
- 5) LALL, S., ed., 2001. *The economics of technology transfer*. Cheltenham: Edward Elgar.
- 6) LALL, S., 1993. Promoting technology development: the role of technology transfer and indigenous effort. *Third World Quarterly*. vol 14, no. 1, pp. 95–108.
- 7) MINISTRY of PLANNING and INVESTMENT VIETNAM (2016) Survey of Business establishments producing non-agricultural individual period 2005-2015.
- 8) NGUYEN, M.Q., 2016. Status quo of Vietnamese SMEs. In: Proceedings of the international workshop organized by HUBT and Meijo University on *The subcontracting system in the Japanese automobile industry and emerging issues of the Vietnamese companies to join with the value chain* at Hanoi University of Business and Technology, Hanoi, 30 October 2016.
- 9) RASIAH, R., 1994. Flexible production systems and local machine tool subcontracting: electronics component transnationals. *Cambridge Journal of Economics*. vol. 18, no. 3, pp. 279–298.
- 10) RASIAH, R., 1995. *Foreign capital and industrialization in Malaysia*. Basingstoke: Macmillan.
- 11) RASIAH, R., 1996. *Industrial relations and the workplace in Malaysia: electronics, textiles and garments*. J. LEE and R. VERMA, eds. Taipei: Chung Hua Institution of Economic Research.
- 12) SADOI, Y., 2003. *Skill formation in Malaysian auto parts industry*. Bangi, Malaysia: UKM Press.
- 13) SADOI, Y., 2008. Technology transfer in automotive parts firms in China. *Asia Pacific Business Review*. vol. 14, no. 1, pp. 147–163.
- 14) SADOI, Y., 2009. Japanese skill and knowledge transfer: the case of exporting high-precision production technology to China and Vietnam. *Meijo Ronso*. vol. 19, no. 4, pp. 39–50.

台日産業連携政策が岐阜県に与える影響と企業の対応

The Policy of Taiwan-Japan Industrial Alliance on the Influence and Business Responses in Gifu Prefecture

林冠汝 By Kuanju Lin

真理大学財経学院 准教授

Aletheia University Collage of Finance and Economic, Associate Professor

要旨

本研究では、岐阜県と台湾の経済・貿易関係、及び台日政府双方が促進している台日産業連携政策が岐阜県に与える影響と、岐阜県内の企業の台日産業連携に対する意向を分析し、その結果を前提に今後の台日産業連携のあり方を考えることが目的である。具体的には、岐阜県で実施した企業の台日産業連携に関するアンケート調査とインタビュー調査の結果を基に分析した。それによると、台湾政府が推進した台日産業連携プロジェクトは、台日双方の産業・企業にとってインセンティブがあり、連携すればお互いにメリットがあること、また、日本企業は台湾企業と提携しやすく成功率も高いということが判明した。したがって、岐阜県でも、台日産業連携を促進させうる可能性が高いと言える。現状として岐阜県内の企業（主に中小企業）は海外進出の経験に乏しく、官民の海外投資担当機関のサポート体制も充分でないため、実務的な連携・交流が観光産業に限られている。ところが本研究の調査結果から、岐阜県内の中小企業の多くは機会があれば、台湾企業と連携する意向が低くないことが判明した。そのため、台湾と岐阜県双方は政府間、産業協会間で一層の連携・交流に関する促進政策を練り上げる必要がある。

キーワード: 産業連携, 産業提携, アライアンス, 台日関係, 岐阜県

1. はじめに

(1) 研究の目的と内容

2011年以降、台日政府双方は、台日産業連携・交流を促進している。台湾政府は2011年11月に「台日産業連携架け橋プロジェクト」を立案策定し¹⁾、翌2012年11月に台日政府双方は「日台産業連携架け橋プロジェクトの協力強化に関する覚書」(MOU)を締結した²⁾。台日政府双方は台日産業連携政策を策定し促進しているため、地方自治体もその政策に対応しやすくなっている。また、日本では、2011年に発生した東日本大震災により東北地方の産業インフラが被災したのを契機に、ダメージの軽かった東海地方の5つの地方自治体¹⁾が、県内への投資誘致と観光誘致のため、日本政府や他の地方自治体より率先して、台湾政府との連携・交流を積極的に進めている。しかし、2016年12月までに、5つの地方自治体²⁾で、台湾の(台日産業連携推進オフィス(Taiwan-Japan Industrial Collaboration Promotion Office, TJPO)と産業連携覚書(Memorandum of Understanding, MOU)を交わすのに留まっている。台日政府間で台日産業連携に対応する政策と誘致措置に取り組んできたが、果たして、日本企業に台日産業連携に対してインセンティブの効果が高く発揮できているか否か、また、日本側に如何なる影響を与えているのだろうか。

2010年に台湾と中国とが、兩岸経済協力枠組協議(Economic Cooperation Framework Agreement, ECFA)を締結して以降、台日産業連携に関する研究者が増えてきた。しかし、現在のところ、日本側、中でも率先して台湾と交流を促進している東海地域を中心にした台日産業連携に対する影響や企業の動向・視点などに関する研究は少ない。そのため、著者は2011年以降、東海地域における地方自治体と地元企業の台日産業連携政策に対する取り組みの現状、及び提携意向、提携の課題とサポートのあり方、今後の発展見込みなどについて研究してきた。研究の中から、台湾と連携・交流が盛んになっている静岡県と三重県を取り上げる。前者は台湾に駐在事務所を設置し、後者は台湾のTJPOと産業連携覚書(MOU)を締結しており、両県は海外展開戦略政策の充実を図り企業をサポートした結果、台湾との連携・交流は官民一体で活発に進められ、様々な分野で成果が挙がっている。

岐阜県が2007年に策定した「岐阜県国際交流戦略」では、台湾を重点国・地域として、交流政策の方向性が示されている。また、2012年に美濃市と台湾高雄市の美濃区とは「友好交流協定」を締結した。しかし、台湾駐在事務所の設置と台湾との産業連携覚書(MOU)の締結までは進展していない。上述した静岡・三重両県のように、企業の海外進出をサポートする政策が充分でない岐阜県では、現在、台日産業連携についてどのような対応をしているか、台湾との連携・交流はどの程度進んでいるか、また、岐阜県内の企業は海外進出全般に対して

表1 岐阜県の企業に実施したアンケート調査の回答状況

単位:社,%

(1) 従業員数	社数	構成比	(3) 業種	社数	構成比
300人以上	0	0.00	製造業	33	76.74
299人～100人	2	4.68	農業	1	2.33
99人～50人	12	27.91	設備 総合 職別工事業	2	4.65
49人～20人	15	34.88	運送業(鉄道,道路,水運,航空)	0	0.00
19人以下	14	32.56	電気・ガス・熱供給・水道業	1	2.33
合計	43	100.00	卸売業	2	4.65
			小売業	1	2.33
(2) 資本金	社数	構成比	宿泊業	0	0.00
3億円以上	0	0.00	倉庫業	0	0.00
3億円未満～1億円以上	0	0.00	不動産業	0	0.00
1億円未満～5,000万円以上	7	16.28	飲食 サービス業	0	0.00
5,000万円未満	36	83.72	その他	3	6.98
合計	43	100.00	合計	43	100.00

注1:回答項目は単一回答である。

注2:本研究のために行ったアンケート調査結果を整理したものである。

どのような動きをしているか,更には,台日産業連携政策に対して,どのような視点を持っているかを本研究で把握したい。

2014年の内閣府「平成25年県民経済計算」の統計によると,岐阜県は人口が全国の17位であり,また,製造品出荷額が全国の第20位を占めている(5兆1,012億円)。したがって,岐阜県の経済活動の基盤は47都道府県の中位程度に位置している。また,2013年度における鉱工業域内生産額(名目)の産業別構成比(32.6%)³⁾は全産業の第一位に達しており,他の産業の域内生産額(名目)産業別の構成比より高くなっている。そのため,製造業を中心としている岐阜県の産業構造は台湾の産業構造(2015年度の鉱工業国内生産額(名目)の産業別構成比:34.79%)にも近い⁴⁾。さらに,岐阜県は航空宇宙,医療福祉機器,医薬品,食料品,次世代エネルギーなどの5分野の産業⁵⁾を重点産業として積極的に発展させている。加えて,日本政府の『国際戦略総合特別区域新計画案』により,2014年6月から東海地方の5県が「アジアNo1.航空宇宙産業クラスター形成特区」に認定された⁶⁾。岐阜県の重点産業は台湾政府が促進している「日台産業連携架け橋プロジェクト」の6つの戦略産業³⁾,及び台日双方政府側が締結している「日台産業連携架け橋プロジェクトの協力強化に関する覚書」(MOU)⁷⁾の11項目の特定産業⁴⁾にも入っている。

このように,台湾と産業構造と戦略産業が似通っているもの同士の産業連携が,どのように進められるべきで

あろうか。今回は,中位程度経済力を保持している岐阜県を,台湾と産業連携覚書(MOU)を締結していない地方自治体の代表として取り上げることによって,このような特徴を持つ地方自治体との台日産業連携政策がどの程度有効かという点が主な論考のテーマとなる。そして,岐阜県と台湾の経済・貿易関係,及び台日政府双方の促進している台日産業連携政策が岐阜県に与える影響を分析しながら,岐阜県の企業の台日産業連携に対する意向を考究する。その結果を前提に今後の台日産業連携のあり方を考えることも本研究の目的である。

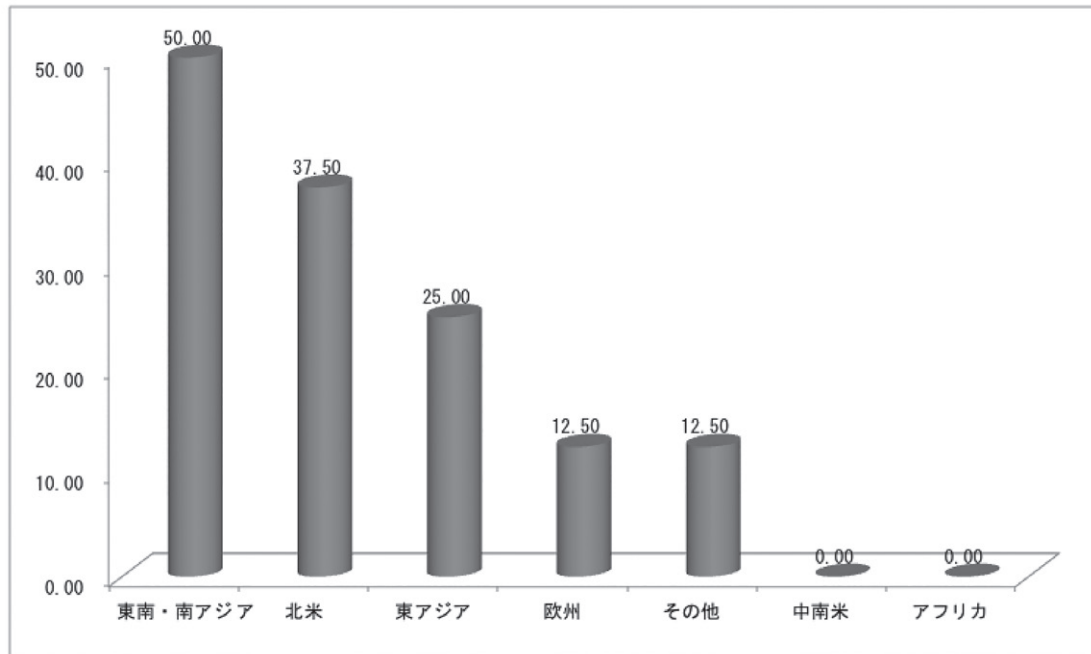
本研究では,「台日産業連携政策が岐阜県に与える影響と企業の対応」をテーマに,その構成は,第一節では,本研究の背景と目的,及び岐阜県の企業アンケート調査の実施状況と調査結果を述べ,第二節では,岐阜県と台湾における経済・貿易及び台日連携・交流の動向を分析する。第三節では,岐阜県の企業に対して台日産業連携政策が与える影響,及び台湾企業と連携する同県企業の意向とその課題,必要なサポートなどを把握したい。第四節では,台湾企業と連携・交流している岐阜県の企業事例を取り上げ,本研究の企業のインタビュー調査とアンケート調査結果との対比を見ることにする。最後に,研究結果に基づく台日産業連携の発展のあり方を検討する。

(2) 研究方法

本研究では,先行文献の調査や各種データの分析,インタビュー調査,アンケート調査を中心にした。インタ

図1 岐阜県の企業の海外進出先相手国

単位：%



注1：回答項目は複数回答である。

注2：本研究のために行ったアンケート調査結果を整理したものである。

ビュー調査は、最新の情報や、諸種の知見を得るため、日本の関係機関、岐阜県の産業に所属する専門家、台湾における日本の関係機関、日本企業と連携・交流をしている台湾企業に詳細なインタビュー調査を実施した⁽⁵⁾。次に岐阜県の企業アンケート調査の実施状況について説明する。

①アンケート調査の対象企業、調査方法と調査期間

このアンケートの調査対象は岐阜県内の企業である。公益財団法人中小企業同友会に登録している約800社の基礎データから、任意抽出して、約158社にアンケート用紙を郵送した。調査期間は2015年2月27日から3月24日までである。アンケート調査内容による回答項目は「単一回答」と「複数回答」の二種類とし、調査内容は「回答者の基本情報」、「日本企業の基本情報」、「日本企業の海外経営の状況」、「日本企業と台湾企業との連携・交流状況と意向」などの四項目である。回答の不完全な企業に対しては2015年4月まで追加調査をした。最終的にこの調査の有効回答企業数は43社で、回答率は27.21%であった。

②アンケート調査結果と産業・企業の属性

ここでは、回答企業の属性を説明する。表1に示すように、従業員数別に見ると、アンケート調査をした43社はすべて従業員300人未満と資本金1億円未満の中堅・中小企業であり、全社数の100.00%を占めている。業種

別に見ると、製造業が33社であり、全社数の76.74%を占めている。次いで、卸売業と設備・総合・職別工事業が各々2社であり、全社数の4.65%、その他の業種は3社で、全社数の6.98%、残る産業は農業、電気・ガス・熱供給・水道業、小売業などの業種で、各々2.33%となった。

総じて、今回のアンケート調査対象企業は、日本企業の規模別分類によると、資本金が3億円未満や従業員数が300人以下の中堅・中小企業に集中しており、また、業種別分類によると、製造業の構成比は70.00%以上を超え、非常に高かった。このような産業・企業の属性はアンケート調査の結果にも影響を及ぼすと考えられる。

2. 岐阜県と台湾の経済・貿易及び台日連携・交流の関係

次に岐阜県と台湾との経済・貿易及び連携・交流の関係について述べる。

(1) 岐阜県と台湾との投資の関係

岐阜県には『県内企業海外展開状況調査報告書』のような年次報告書がなく岐阜県の各地域・国に対する投資動向を見ることができない。そのため、本研究が岐阜県の企業に行ったアンケート調査結果を基に、岐阜県の海外投資地域について述べる。図1に見られるように、岐

岐阜の企業の海外投資は東南・南アジア（50.00%）に集中しており、東アジア地域は比率が比較的小さい。その背景には、近年、中国での生産コスト、事業所得税などが高くなり、また、中国での投資に失敗した企業が増えたこと、加えて、中国は大規模企業の進出には積極的だが、中小企業に対しては冷淡になっているという事情がある⁶⁾。今回の調査は中小企業が多く占めているため、投資地域を中国から東南アジア地域へ移転していく傾向が強いと思われる。

(2) 岐阜県と台湾との貿易の関係

岐阜県には台湾に対する輸出入金額の統計がなく、台湾との貿易の関係が把握しづらい。しかし、「平成27年岐阜県観光入込客統計調査」⁸⁾によると、2014年と2015年の外国人宿泊数は台湾が第一と第二位であり、全県外国人宿泊数の27.3%（12万2,560人）と20.4%（14万4,040人）を占めており、中国（12.0%、23.2%）、タイ（9.5%、7.7%）、香港（9.7%、12.2%）などのアジア諸国やアメリカ（5.4%、4.0%）より多い。台湾は岐阜県にとって観光客の主な来源国である。ところが、近年、中国人も経済面で豊かになり、来日する観光客も増えて台湾の観光客数に迫っている。

(3) 岐阜県と台湾政府間の連携・交流

岐阜県と台湾間の交流・連携について見る。2007年に「岐阜県国際交流戦略」が策定された⁹⁾。特に、2011年の東日本大震災以後、岐阜県は県内への外国人観光客誘致、地場産品と農畜産物等の海外市場展開の強化・促進、「グレーター・ナゴヤ・イニシアティブ・センター（以下GNICと略）」⁷⁾政策を通じた海外企業誘致、県内企業の台湾への事業展開の支援、陶磁器博物館での文化交流、などの推進のために台湾を「岐阜県国際交流戦略」の重点国・地域と定めた。現時点で岐阜県は台湾のTJPOと産業連携覚書（MOU）を締結していないが、2011年11月に同県の美濃市が台湾の高雄市美濃区と友好交流協定を締結し、産業、観光、文化などの分野で連携・交流を進めている。

2011年以降の岐阜県と台湾政府との連携・交流の事例を具体的に幾つか挙げて見よう。①陶磁器博物館交流：2005年に岐阜県現代陶芸美術館と新北市立鶯歌陶磁博物館と覚書を締結し、2007年に鶯歌陶磁博物館で「アジア陶磁デルタプロジェクト」を開催した。②観光客誘致：同県は2011年から2015年にかけて海外向け観光キャンペーンなどを実施するため、台北市で開催された「海外国際旅行博覧会」に出展した。また、中部地域隣県や「東海地域外国人観光客誘致促進協議会」と連携し、当地の旅行者や観光協会などとの交流会・懇親会を開催し、商談会に参加した。2016年6月に台湾で「立山・富山・長野・岐阜広域観光商品提案会」を開催した。

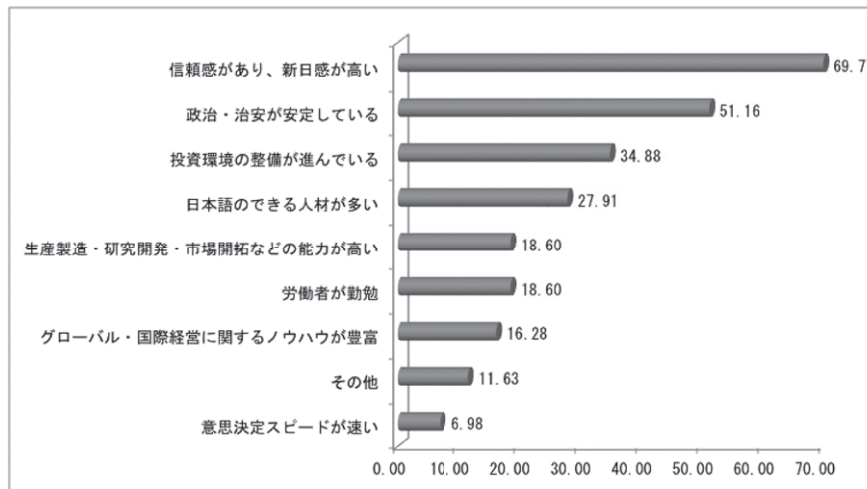
③県内企業の海外事業展開の支援：2011年に台湾で開催された「Food Taipei」に出展した。2012年に台日産業技術促進会の協力で、県内の部材関係企業と台湾企業とのビジネスマッチング及び工場視察を台中市で開催した。2013年と2014年に台湾における販路拡大や「パートナー」の発掘を目的として進出する県内企業を支援し、海外ビジネス環境セミナーや現地企業とのビジネス交流・商談会を開催した。④台湾企業の県内への投資誘致：2014年に台日産業技術促進会の協力で、グレーター・ナゴヤ・イニシアティブ・センター（GNIC）を宣伝するため、台湾の企業を対象に投資セミナーを開催した。

次に、台湾と同じく製造業を中心とした産業構造で、台湾と積極的に連携と交流を進めている静岡・三重両県の事例を取り上げたい⁸⁾。始めに静岡県と台湾の連携・交流について述べる。同県は2007年に「静岡県総合計画」を策定し、台湾を交流の重点国・地域に選択した。また、2009年に静岡空港がオープンした際、一層の台湾との連携・交流を促進するため、2013年に台湾静岡県駐在事務所を設置した。さらには、各年度の「静岡県地域外交基本方針アクションプログラム」により、「台湾全域」（地域外交課）、「文化・観光」（文化・観光部）、「経済」（産業経済部）、「防災」（危機管理部）、「青少年」（教育委員会）などの分野で担当機関が主体となり、全面的に台湾との交流を進めている¹⁰⁾。静岡県が積極的に台湾と連携・交流を進める目的は、①防災分野の連携や県内企業の海外展開や県産品の販路拡大等の経済的活動の活性化、②台湾及び台北経由のトランジット便を活用した東南アジア等からの観光客促進、③民間の交流を拡大するためのスポーツ交流を通じた民間団体間のマッチング支援、などが考えられる。静岡県では官民一体で台湾と連携・交流した事例が多く見られる¹¹⁾。

続いて、三重県と台湾の連携・交流について見る¹²⁾。三重県は、①日本国内の少子・高齢化による国内需要の伸び悩み、②県内の中小企業がもつ独自技術と台湾企業のグローバルなネットワークを活用したウィンウィン関係の構築と中国・ASEAN地域における新規市場の開拓、③台湾からの観光客誘致と県産品の台湾向け輸出拡大、などで積極的に台湾と連携・交流を進めている。そのため、2012年7月に、日本の地方自治体では初めて台湾政府との産業連携に関する覚書（MOU）を締結した。また、「官・学・産」という三角連携の推進体制を構築し、ファシリテーターとして活用可能な組織と強く連携し、産業の海外展開戦略政策を支えてきた。その結果、台湾と三重県双方の産業、学術、文化、観光分野の連携・交流が非常に盛んになっている。さらには、県内の中小企業の国際化・グローバル化推進に力を入れており、台日産業連携に対する政策や支援体制を構築して、マッチングの機会を創出している。県内の中小企業もこれに対応し、台湾へ進出する企業が出始め、共同開発した商品も誕生している。

図2 台湾の投資環境について一岐阜県

単位：%



注：図1に同じ。

表2 台日産業連携が双方の企業に与えるメリット

単位：%

日本企業が享受するメリット		台湾企業が享受するメリット	
項目	構成比	項目	構成比
生産拠点と販売ネットワークが利用できる	51.16	日本企業から技術や経営のノウハウを獲得できる	55.81
台湾企業が中国で築き上げた政府との関係、人脈、人材を活用できる	39.53	日本企業への製品と部品納入、またはOEM、ODM供給拡大により、生産が拡大できる	44.19
台湾企業のグローバルなネットワークを活用し、中国以外の国・地域の市場を開拓できる	20.93	日本企業のネットワークを活用し、中国やその他の国・地域の市場を開拓できる	27.91
言語や生活習慣が共通している台湾企業の人材を、中国ビジネスに活用できる	18.60	その他	20.93
その他	18.60	台湾企業にとって、中国における日本企業との合弁は一種の保険となる	9.73
製造開発などの能力を活用してコストを抑えることができる	13.95		

注：図1に同じ。

以上まとめると静岡・三重両県では、官民が一体となり、産業・学術・文化・観光などの分野で様々な支援政策を策定し、県内の中小企業と台湾との連携・交流が非常に活発になっている。一方で、岐阜県では上述の2県と比較すると官民の連携が弱く、海外進出支援策も充分とは言えず、台湾との連携・交流も限られたものとなっている。傾向として、観光産業に注力しすぎて、他の分野での連携・交流が停滞しているように見受けられる。

(4) 岐阜県の企業と台湾の企業との取引・連携実績

本研究のアンケート調査によると、回答企業の約7割が、台湾企業と取引や連携の経験なしと答えた。このアンケート調査に回答した企業は中堅・中小企業の割合が

高いため、このような結果になったと考えられる。

続いて、台湾企業との取引や連携の形態についてみる。本研究のアンケート調査によると、岐阜県の企業は「台湾企業への生産委託」(25.00%)、「台湾企業への製品・材料・部品・機械などの販売」(16.77%)、「台湾企業との経営ノウハウ・サービス・人材などの交流」(16.67%)、「共同出資」(16.67%)などが多くなっている。一方で、「台湾企業への販売委託」(8.33%)、「共同技術開発」(8.33%)は相対的に少ない。「その他」と答えた企業は58.33%に達したが、その原因は台湾企業と提携していない企業が75.0%を占めていることに因る。

表3 岐阜県企業の経営課題と経営戦略について

単位：%

経営課題	岐阜県	経営戦略	岐阜県
国内市場需要の減少	58.06	市場需要に柔軟かつ迅速に対応する	58.14
国内外市場での競争激化	43.01	商品多様化・事業の多角化で、経営リスクを分散する	34.88
円安で材料・部品コストが高騰	27.96	海外市場を開拓する	25.58
国内労働者の確保が困難	25.81	職業訓練を強化し、生産効率を高める	18.60
その他	12.93	その他	18.60
外国語のできる人材が少ない	10.75	より安い材料・部品を海外から調達する	13.95
川下産業の海外進出の拡大	6.45	海外へ進出し、生産コストを引き下げる	9.30
国内サプライチェーンの崩壊	0.00	川下産業の需要に対応し、海外へ進出する	0.00
円高で輸出が減少	0.00		

注：図1に同じ。

3. 岐阜県の企業の台日産業連携に対する視点

次に、岐阜県の企業の台日産業連携に対する視点を考察する。

(1) 台湾の投資環境に対する評価

本研究のアンケート調査結果をみると、図2に示すように、岐阜県の企業は台湾の投資環境に対して、「信頼感があり、親日感が高い」、「政治・治安が安定している」、「投資環境の整備はアジア地域における他の国より進んでいる」、「日本語のできる人材が多い」、「生産製造・研究開発・市場開拓などの能力が高い」、「労働者が勤勉な性格をもつ」などの印象を与えていると見られる。

(2) 台日産業連携が双方の企業に与えるメリット

表2は、岐阜県の台日産業連携により日本企業、台湾企業の双方が享受できるメリットについて表したものである。岐阜県の企業は「生産拠点と販売ネットワークが利用できる」、「台湾企業が中国で築き上げた政府との関係、人脈、人材を活用できる」、「台湾企業のグローバルなネットワークを活用し、中国以外の国・地域の市場を開拓できる」などを高く評価している。しかし、「言語や生活習慣が共通している台湾企業の人材を、中国ビジネスに活用できる」、「製造開発などの能力を活用してコストを抑えることができる」という点ではメリットがやや小さいと評価している。

これに対して、台湾企業に与えるメリットは次のとお

りである。表2に示すように、「日本企業から技術や経営のノウハウを獲得できる」が第一位である。ついで、「日本企業への製品と部品納入、またはOEM、ODM供給拡大により、生産が拡大できる」、「日本企業のネットワークを活用し、中国やその他の国・地域の市場を開拓できる」などが高く評価されている。「台湾企業にとって、中国における日本企業との合弁は一種の保険となる」などのメリットもあるが、前者に比べて評価は低い。

以上のことから、岐阜県の企業は、「日本企業の経営ノウハウ」、「日本の優れた製造・開発技術力の共有」や「日本市場開拓のサポート」を台湾企業に提供できるメリットとして挙げる一方で、今回のアンケートに回答した企業の大半が中堅・中小企業で、海外へ進出するグローバルな経験や経営資源などが不足しているため、台湾企業が中国や海外で構築している生産拠点、販売ネットワーク、人脈、並びに台湾企業の豊かな国際経営経験の活用が高い関心を示していることが分かる。以上のことから、台日産業相互にメリットを享受し合える点が多いというのが表2から得られる結論である。ところが、岐阜県の企業がいまだ産業連携や台湾の環境に対して理解が不足しているため、台湾の投資環境に対する評価、台日産業連携により台湾と日本の双方企業に与えるメリットについて、「その他」と答えた企業が多い(図2と表2を参考)。

(3) 岐阜県の企業の経営課題と経営戦略

表3に見られるように、岐阜県の企業では「国内市場需要の減少」が一番深刻な経営課題であり、続いて、「国内外市場での競争激化」、「円安で材料・部品コストが高

表4 「台日産業連携政策」と「地方自治体促進政策」の岐阜県企業に対する影響度

台湾の「台日産業連携架け橋プロジェクト」の影響		地方自治体の促進の影響	
影響度	構成比	影響度	構成比
影響がない	20.93	影響がない	16.28
影響度が低い	41.86	影響度が低い	46.51
影響度が高い	37.21	影響度が高い	37.21
合計	100.00	合計	100.00

注1：回答項目は単一回答である。

2：本研究のために行ったアンケート調査結果を整理したものである。

騰]、「国内労働者の確保が困難」などが上位に挙がっている。「川下産業の海外進出の拡大」、「外国語のできる人材が少ない」は課題としての割合は小さい。さらには、2012年後半以降の円安傾向や、2011年の東日本大震災以降の国内サプライチェーンの崩壊などに対しても対応策が奏功してきたため、「円高で輸出が減少」、「国内サプライチェーンの崩壊」は経営課題と見なされていない。

これらの経営課題に対して、岐阜県の企業はどのような経営戦略を打ち出しているのか。表3によると、岐阜県の企業は「市場需要に柔軟かつ迅速に対応する」、「商品多様化・事業の多角化で、経営リスクを分散する」、「海外市場を開拓する」などを最重要と考えている。また、「職業訓練を強化し、生産効率を高める」、「より安い材料・部品を海外から調達する」なども比較的重要と考えているが、「海外へ進出し、生産コストの引き下げ」、「川下

産業の需要に対応し、海外へ進出する」を目的とした海外展開に対する関心は高くない。これは岐阜県の企業が、海外向け輸出や安い海外部品・材料の輸入に興味はあるが、海外へ進出する意向が低いことと関わっている。

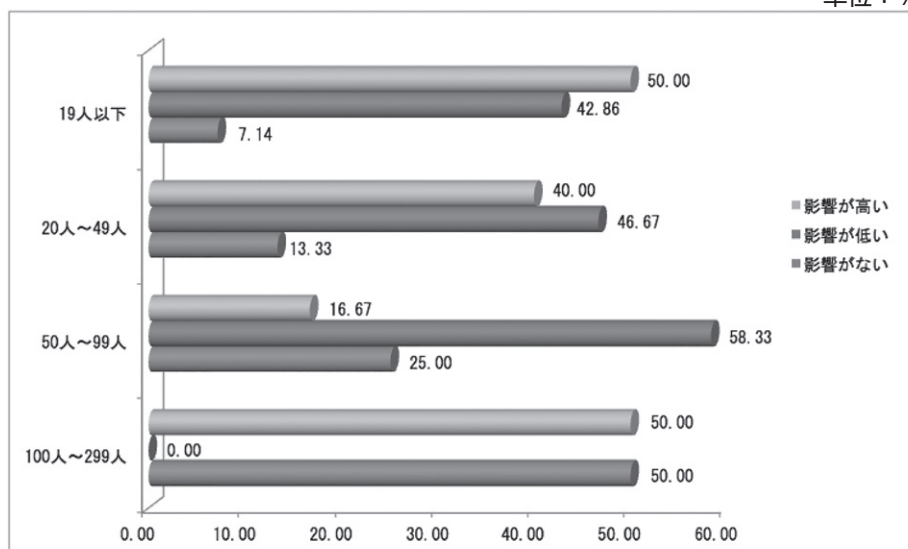
今回のアンケート調査をした岐阜県の企業（43社）の内、「これからも海外進出しない予定」と全社数の45.07%が答えた。しかし、これに対して、「今後いいチャンスがあれば海外へ進出する」（47.89%）と「現在計画之中である」（7.04%）を合計すると55%強の過半数を超え、これは、台日産業連携政策を適切に運用すれば、これらの企業に対応できることを示している。

(4) 政府間の台日産業連携政策の影響

前述の分析によると、岐阜県の企業のうち、海外市場への展開を意図する割合は半分以上を占めている。そ

図3 台日産業連携政策が岐阜県企業の対台湾投資に与える影響

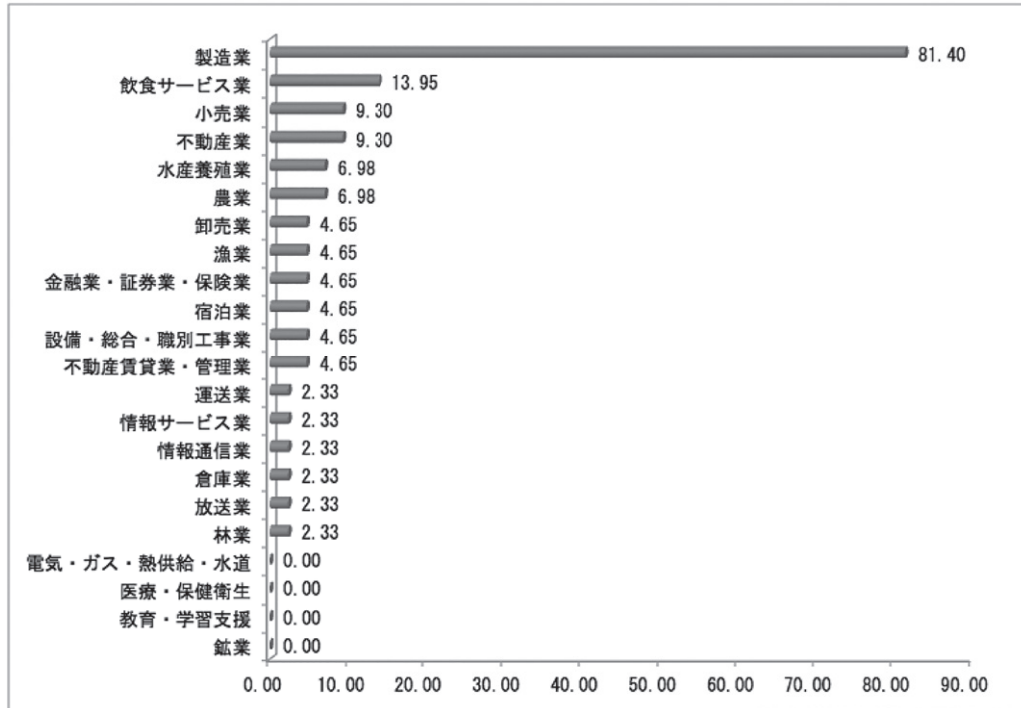
単位：%



注：図1に同じ。

図4 台湾企業と連携しやすい業種

単位：%



注：図1に同じ。

れでは、台湾と日本の政府間の台日産業連携政策が、岐阜県の企業に与えるインセンティブは存在するのであろうか。この点を表4で見ることとする。岐阜県企業では「影響度が低い」(41.86%)と「影響度が高い」(37.21%)との合計が、「影響度がない」の20.93%を上回っていることから、「台日産業連携架け橋プロジェクト」の効果が高低の違いはあるものの、あると評価をしていると見られる。

続いて、地方自治体の台日産業連携政策が企業に与える影響について見る。岐阜県は「海外展開戦略」の中で、台湾との連携・交流を促進する政策と奨励措置に取り組んでいる。これは、岐阜県の企業の台湾への投資動向にどの程度の影響を及ぼすであろうか。表4に示すように、岐阜県の企業では「影響度が低い」(46.51%)が「影響度が高い」(37.21%)を上回っているが、その差があまり開いていない。その詳細を従業員数別に見ると、図3に見られるように、従業員数が50～99人以下の中小企業では「影響度が高い」が「影響度が低い」より極端に低い割合となっているが、それ以外(特に19人以下と20～49人の規模)はほぼ両者が拮抗している。これにより、地方自治の促進政策と奨励措置に期待していることができよう。以上のことから判断して、行政機関が産業連携政策や海外投資政策を促進すれば、一定の割合の企業に影響を及ぼすのではないだろうか。

(5) 岐阜県企業の台湾企業との連携に関する意向

①台湾企業と連携する意向について

岐阜県の企業は、台湾企業とどの程度連携したいと考えているのか。本研究のアンケート調査結果によると、「連携する予定がない」(51.16%)が第一位であり、「チャンスがあれば、連携したい」(39.53%)が第二位であり、「もう連携している」(4.65%)と「連携を計画している」(4.65%)が第三位である。台湾企業と連携の予定がないと回答した企業は半数を超えたが、その原因は海外進出経験の少なさに関わっていると考えられる。本研究のアンケート調査結果によると、「国内市場向けに集中」(57.14%)、「小規模経営なので、海外へ進出する必要性が低い」(37.14%)、「海外投資に対応できる人材が不足」(37.14%)、「海外相手国・パートナーが探しにくい」(28.57%)などが海外進出していない主な原因である。そのため、台湾の企業と提携する意向も低くなっている。しかし、このような中堅・中小企業は「(3) 岐阜県の企業の経営課題と経営戦略」で述べた通り、深刻な経営課題の打開策として海外進出も視野に入れており、チャンスがあれば、台湾企業と連携したいと回答した企業が39.53%に達している。

②台湾企業と連携しやすい企業規模、業種と形態

始めに、台湾企業と連携しやすい企業規模から見る。本研究のアンケート調査結果によると、岐阜県の企業にとって、「中小企業」が一番連携しやすく全社数の83.72%がそう回答した。「大企業」が第二位で全社数の27.81%、「小規模企業」は16.28%で連携希望が少ないと考えられる。続いて、台湾と連携しやすい業種を見る。図4に示すよう

表5 台湾企業と連携して市場開拓を行いたい国・地域と連携しやすい形態

単位：%

連携しやすい形態	構成比	市場開拓したい国・地域	構成比
生産製造の連携	37.21	東アジア	48.84
マーケティングの連携	34.88	東南・南アジア	41.86
その他	25.58	その他	25.58
事業経営の連携	16.28	北米	20.93
研究開発・デザインの連携	13.95	欧州	6.98
		中南米	4.65
		アフリカ	2.33

注：図1に同じ。

に、製造業が第一位で、その理由は調査対象産業に製造業と中堅・中小企業が多いためである。また、岐阜県は観光産業の発展を促進しているため、小売業、飲食・サービス業も連携しやすい産業と考えられている。

次に、台湾企業と連携しやすい形態について見る。表5に示すように、「生産製造の連携」と「マーケティングの連携」が第一位と第二位の上位になっている。これに対して、「事業経営の連携」と「研究開発・デザインの連携」などはやや低くなっている。これは、前述した台湾企業との取引・連携実績で示した「台湾企業への生産委託」、「台湾企業への製品・材料・部品・機械などの販売」が多かったことと整合的である。

③台湾企業と連携して開拓したい地域

台湾企業と連携して、どの国・地域の市場開拓を行いたいと思うかを聞いた。表5に示すように、東アジア、東南・南アジアなどが上位となっている。対して既に見てきたように、北米、欧州、中南米などの地域の市場開拓の意向は比較的に低い。日本企業にとって、台湾企業と連携すれば、「台湾企業が中国で築き上げた政府との関係、人脈、人材を活用できる」、「言語や生活習慣が共通している台湾企業の人材を、中国ビジネスに活用できる」などのメリットがあるため、市場開拓したい国が中国に集中している。本研究でのアンケート調査によると、開拓したい市場は、東アジア地域では、中国が第一位であり、続いて台湾と韓国である。「東南・南アジア地域」では、インドネシア、タイ、ベトナム、インドなどを選んだ企業も多く見られる。

しかし、同アンケートでは、岐阜県の企業には、台湾企業と連携しないと明言した企業が半分を占めている。これを反映して、台湾企業と連携する形態、連携して開拓したい地域を「その他（わからない）」(25.58%)と答えた企業がかなり多い結果となっている。

(6) 台日産業連携の課題

ここでは、岐阜県の企業が台湾企業と連携するとき、発生する課題、必要なサポート、サポートしてもらいたい機関を考察し、その後、台日産業連携に対するあり方を考えてみたい。

始めに課題について述べる。アンケート調査によると、表6に示すように、岐阜県の企業にとって、「パートナー探しが困難」、「海外進出に必要な人材の不足」、「言葉に対応する問題」、「投資環境が不明」などが挙げられた。対して「資金調達の問題」は深刻な課題ではないとしている。そのため、台日本政府双方の台日産業連携政策策定に際しては、まず、問題の解決に取り組む必要がある。

続いて、岐阜県の企業は台湾企業と連携する時、どのようなサポートを必要としているかを見る。表6に示すように、岐阜県の企業にとって、「台湾における連携できる可能性が高いパートナー情報の提供」が第一位、「日本政府や地方自治体の海外投資奨励と支援政策の提供」が第二位、「台湾へ進出する時、言葉に対応できる人材の紹介」が第三位、「台湾における連携できる可能性が高い産業情報の提供」が第四位である。「台湾へ進出する際に必要な資金調達の提供」、「台湾企業における投資環境情報の提供」などはやや低く20.0%台となった。今回の調査対象企業には中堅・中小企業が多く、中小企業の場合、海外進出の経験や資源が不足しているため、求めるサポートの内容も台湾企業の連携パートナー探し、政府からの政策的支援、海外へ進出するための人材確保などが強く期待される結果となった。

最後に、台湾企業と連携する時、サポートしてもらいたい機関についてみる。表6に見られるように、岐阜県の企業はジェトロ、地方自治体における海外投資担当機関、中小企業支援機関、台湾の当地政府機関、国内銀行などの機関からの支援に対する期待が大きい。

一連のアンケート調査結果から、岐阜県内で海外進出を考える中堅・中小企業は、自社の経験不足を補う情報と支援を求めており、日本と台湾双方の政府・民間の支

表6 台湾企業と連携する時、発生する課題、必要なサポートと支援機関

単位：%

発生する課題	構成比	必要なサポート	構成比	サポートしてもらいたい機関	構成比
パートナー探しが困難	53.90	台湾における連携できる可能性が高いパートナー情報の提供	53.49	ジェットロから海外情報の取得	51.16
海外進出に必要な人材の不足	46.51	日本政府や地方自治体の海外投資奨励と支援政策の提供	46.51	地方自治体における海外投資担当機関の協力	39.53
言葉に対応する問題	37.21	台湾へ進出する時、言葉に対応できる人材の紹介	41.86	中小企業支援機関から資金、人材や情報の提供	37.21
投資環境が不明	37.21	台湾における連携できる可能性が高い産業情報の提供	32.56	台湾の当地政府機関からの支援	32.56
資金調達の問題	25.58	台湾企業における投資環境情報の提供	27.91	国内銀行からの資金や海外情報の提供	27.91
その他（わからない）	18.60	台湾へ進出する必要な資金調達の提供	23.36	日本における台湾政府代表機関からの支援	16.28
		その他	18.60	その他	16.28
				自社で事業を進行するので、支援機関からの支援は必要ない	2.33

注：図1に同じ。

援機関には、主に「台湾・日本企業間のマッチング」、「外国語に堪能な人材の確保」、「進出相手国の投資情報収集」などのサポートを求めていること、また、ジェットロ・地方自治体の海外投資担当機関・中小企業支援機構・日本国内の銀行・台湾の当地政府機関等がこのような企業のニーズに対応できる機関として期待が高いことが分かる。

(7) 台日産業連携の発展の見込み

岐阜県の企業は、台日産業連携の発展についてどう思っているのか。アンケート調査によると、「両国産業に対してインセンティブがあるので発展していくであろう」（41.86%）が第一位、「台湾市場は大きくないので、台湾市場からスタートし、台湾を拠点にその他の国を開拓していくべきであろう」（34.88%）が第二位、「台湾政府との連携・交流を積極的に促進すれば、両国産業連携・交流は発展する」（27.91%）が第三位である。対して「両国の相互貿易規模が小さくないので、日台産業連携の発展が限られる」（11.63%）と「その他（わからない）」（11.63%）と答えた企業は10%台に留まった。

以上を要約すると、岐阜県の企業は、台日産業連携政策が双方の企業にとってインセンティブがある場合が多く、台日政府双方が企業のニーズに合わせて積極的に海外推進策を促進すれば、両国の産業連携・交流が盛んになっていくと考えている。しかし、戦略的には、台湾のみでは市場規模に限りがあるため、将来的には台湾を足掛かりに他の国・地域を開拓していくべきと強く感じている。

4. 岐阜県企業の台湾企業へ連携・交流の事例

次に台湾企業と積極的に連携・交流している岐阜県内の3社の事例を紹介する。これらの事例から、前述したアンケート調査結果を分析しつつ、岐阜県の企業の台日産業連携に対する視点を再確認していきたい。これから紹介する企業は全て中小企業である。その理由は、第一に、今回のアンケート調査の回答企業が中堅・中小企業に集中している。第二に、岐阜県中小企業同友会が推薦した企業である。第三に、2012年「日台湾産業連携架け橋プロジェクトの協力強化に関する覚書」（MOU）の締結を機に、台日政府双方が中小企業の連携強化を目標に定めた。第四に、日本の大企業による台湾進出ブームが2010年以前に終結した、などに因る。この3社の取り組みは、台湾企業と提携を計画している日本の中小企業にとって参考になるとと思われる。

(1) 株式会社タイムック

株式会社タイムック（以下「タイムック」と呼ぶ）⁽⁹⁾は1969年に岐阜県関市に設立され、資本金は6,200万円、従業員は62名である。主な事業内容は、工作機械・設備機械、土木建機、特注建築金物、環境関連機器の開発・製造・販売、人工大理石加工・施工、建築資材、人工大理石製品の開発・製造・販売等であり、日本の典型的な中小企業である。製品の中でも人工大理石の洗面台は高

齢化と2020年東京オリンピック開催で、生産量が増加していくことが期待されている。但し、洗面台以外の製品は成長しにくいと予想されている。次にタイムックにおける経営課題とその対応策、台湾の企業との連携や取引の現状などについて説明する。

①経営課題とその対応策

タイムックの主な経営課題は、労働者の不足、円安による輸入材料のコスト高である。そのため、幾つかの対応策に取り組んできた。第一に、労働者の不足に対応するため、外国研修生を受け入れることになった。最初は中国の研修生であった。ところが、中国の研修生の賃金が高くなり、研修期間終了前に帰国するトラブルも多くなってきたため、2年前から、賃金が低く⁽¹⁰⁾、かつ真面目なベトナムの研修生に切り替えることにした⁽¹¹⁾。第二に、円安に対応するため、台湾の取引先（人工大理石の材料）と交渉し、支払代金の振込みをUSドルから日本円に切り替えて、会社の通貨変動リスクを低くした。第三に、中国からの研修生を受け入れたことを契機に、「上海泰美克有限公司」（以下「上海工場」と呼ぶ）を設立した⁽¹²⁾。タイムック側は生産技術を提供し、中国人の元研修生に経営・営業・管理などを担当させた。しかし、2012年から上海工場での生産を中止している（理由は第四を参照）。第四に、コストを抑えるため、人工大理石の材料の輸入先を中国と比較して安価で質もよい台湾の「明豊材料」に変更した。これに伴い、上海工場の生産を中止した。

②台湾企業との連携の背景と連携の意向

始めに台湾企業との連携の背景について述べる。第一に、タイムックが生産している洗面台の材料は台湾から輸入しているため、現地生産に切り替えれば生産に係るコストが減少できる。第二に、台湾企業の価値観が日本の企業感覚に近く、納期を厳密に守る上に、人工大理石の材料の品質もよい。また、日本語のできる人材が多く、グローバル化も進んでいるため、日本の企業にとって連携しやすい。第三に、台湾でも高齢化が進んでおり、生活も向上しているため、自社開発した高齢者向け商品が病院・高級老人ホーム・高級住宅向けの医療用・生活設備として、台湾市場で新規開拓が見込めると判断した。

次に台湾の企業との連携の意向について説明する。連携形態は、技術移転と生産委託を考えている。ターゲット市場は、台湾と中国、特に中国での市場拡大が見込めれば台湾パートナーへの販売委託と上海工場を再開することも可能となる。台湾市場以外ではベトナム進出を準備している。ベトナムでは、人材の育成、独資や共同投資、販売委託から生産委託などの連携形態と、現地市場をターゲット市場にすることが予定されている。タイムックでは第一段階として、台湾の企業と連携する意向が非

常に強く、2016年10月から同国でのパートナー探しを開始した。

(2) 岐阜産研工業株式会社

岐阜産研工業株式会社（以下、「岐阜産研工業」と呼ぶ）⁽¹³⁾は1973年に岐阜県に設立され、2016年12月現在、資本金は6,000万円で、従業員は約60名である。主な事業内容はキャスター、合成樹脂成形、ギフト商品等の製造・販売であり、販売先は日本国内市場を中心にしている⁽¹³⁾。上述した製品の売上額は各々総売上額の30.0%、20.0%、50.0%を占めている。キャスター製品のみで経営が維持できるが、他の製品は営業利益が減少している⁽¹⁴⁾。そのため、2000年に岐阜産研工業は台湾企業と資本連携して、「上海永佳工業車輪有限公司」（以下、「中国支社」と呼ぶ）を設立し、2002年に本社でキャスター事業部を発足させた。また、キャスターは物流移送の合理化・軽労働に大きく貢献する製品として多種多様な産業で広く活用されているため、同社は品質の向上を図ると共に高性能キャスターの開発などに努力を続けている。次に、岐阜産研工業の経営課題とその対応策、台湾企業との連携の状況、将来の展望について述べる。

①経営課題とその対応策

岐阜産研工業は、幾つかの経営課題を抱えており、その対応策にも取り組んでいる。第一に、国内市場の縮小という課題に対しては、海外進出を計画している。第二に、円安による材料と部品等のコストの上昇⁽¹⁵⁾という課題には、国内市場から調達する部品や材料を増加させることで対応している。第三に、市場競争激化という課題に対しては、品質向上のための技術を開発とそれによる利益率引き上げ、また、販売が安定しているキャスターの生産拡大に努めている。堅牢で、大重量が積載可能な商品開発などで同業他社との差別化を図っている。

②台湾企業と連携の状況

A. 連携の背景と形態

岐阜産研工業は、長く台湾の台中県にある「鴻鏡貿易株式会社」と取引をしている。両社はよい信頼関係を築いているため、各々50.0%の資本金（10万USドル）を支出し、資本連携の形態で、2000年に中国支社を設立した。2015年までに、中国支社に対する生産設備投資は1億NTドルを超過している。

B. 連携の現状と事業分業

日本側の岐阜産研工業は、技術を指導・提供するため、日本人技術者を2.3年間のスパンで派遣し、中国支社で指導に当らせる。一方で、中国市場に詳しく、中国語ができる台湾側の鴻鏡貿易株式会社に中国支社の経営・管理の役割を担当させ、日本側はほとんど経営に介入しな

い。中国支社の社員数は60名である。その内、現場の作業員が約50名で、その他は営業や経営と技術開発等の業務を担当している。現在、中国支社の経営は、台湾側から派遣された鴻鏡貿易株式会社の江金火董事長が担当している。江董事長は、市場分業、技術と品質の向上、生産設備の更新などの経営対策に取り組みつつ、順調に運営しており、毎年の売上額は2億NTドルに達している。営業利益を岐阜産研工業へ送金しており、現時点で岐阜産研工業は初期投資した10万USドルの資本金をすべて回収している。

C. ターゲット市場

海外支社の市場開拓はすべて台湾側が担当しており、現地の人材に任せている。また、中国支社の製品は、本社の品質と遜色ないレベルで製品の約30.0%が日本の本社へ輸出されている。中でも車輪の部品はすべて日本の本社に提供されている。中国や東南アジアなどの市場は約70.0%を占めているが、中国市場での主な販売対象は大半が現地の日系企業である。

D. 海外投資の課題

中国支社は、最初の営業赤字段階から抜け出し、営業利益の目標に達している。しかし、幾つかの課題が残っている。第一に、現地従業員は品質管理に対する意識が低く、また、仕事の定着率が悪いと、製品の品質管理がしにくく、従業員の品質管理に対する意識の向上・離職率の低下が急務である。第二に、近年、中国では、人件費、人民元と税金の上昇などがあり、生産コストが急騰している。第三に、現在、鴻鏡貿易株式会社の江董事長が退職する年齢に近づいており、後継者問題が浮上している。そのため、日本側パートナーの岐阜産研工業に後継者を探してほしいと要請が出ているが、江董事長ほどの経験と人脈が豊かな人材を見つけるのが難しい。

③将来の海外へ進出動向

上述した国内外の経営課題に加えて、海外市場の拡大のために、近年ベトナムとタイへの進出を計画している。大阪の商社である日伝商社経由で現地のパートナーを探している。投資形態は、上海支社と同様に、台湾パートナーと共同資金を提出して資本連携という形態をとりたい意向である。しかし、岐阜産研工業が支配権を保持するためには、投資比率で50.0%以上を超える必要がある。仮に、東南アジアへ進出した場合、初めは販売委託を行い、事業が順調に行けば生産委託へと移行したい考えである。ターゲット市場は現地の市場を中心としているが、当面の販売対象は日系企業に的を絞ると考えている。

(3) 株式会社タカイコーポレーション

株式会社タカイコーポレーション（以下「タカイコー

ポレーション」と呼ぶ）⁽¹⁶⁾は1953年に創業し⁽¹⁴⁾、2016年11月現在、資本金は1,000万円であり、従業員は70名で典型的な中小企業である。2009年に売上額も25億円に達し、また、「岐阜の若者が選ぶ魅力的な100の会社」に選出され、中小企業で常態化している人材・労働力不足という課題が存在していない。主な事業内容は、金型用標準部品、FA用標準部品、特殊ネジ製品、搬送用部品などの生産である。次に同社の経営課題とその対応策、及び海外への展開について述べる。

①経営課題とその対応策

タカイコーポレーションは、幾つかの経営課題を抱えている。第一に、国内市場の縮小と競争激化である。第二に、FA用標準部品は国家の安全に関わっているため、FAの製品に対する輸出・入規制がかなり厳しくなっている。規制によると、FAの製品は輸出の際には事前に日本政府の許可が必要で、また、海外で組み立てたFAの部品を国内へ逆輸入することができない。第三に、同社のFAの主な販売対象は台湾の半導体産業である。5年後、中国の半導体産業が台湾に追いついた場合、台湾市場で販売しているFA商品への影響が大きくなることが予測される。

これに対し、同社は次の対応策に取り組んでいる。第一に、生産製品を少量化、差別化、高付加価値化、個別化などの方向で展開している。第二に、技術と管理能力をアップし続けている。その結果、2011年に経済産業省の「中小企業IT経営力大賞2011」IT経営実践認定企業認定と中部経済産業省の「中部企業経営大賞2011大賞」などを受賞している。第三に、生産・管理効率をアップするため、入荷と出荷などの作業はすべてオートメーション化し商品の管理力を高めている。第四に、市場を開拓するために、海外展開をしている。

②海外への展開の現状

まず、台湾企業との連携や取引の経験についてみる。タカイコーポレーションは、一部分の製品（ユニオンバルブ・MF、PFA、細口ボトル01と滑軌・定位用ネジ）を台湾市場へ販売し、台湾企業との連携や取引の経験を積み重ねている。数年前にFA等の製品を台湾で組み立てるために、「台湾艾姆爾公司」（資本金300万円）を設立したが、規制強化で日本へ逆輸入ができなくなり生産を中止した。「ユニオンバルブ」は、アメリカ、ドイツなどの先進国でしか生産できないものであり、日本全体の生産量は全世界の約8.0%を占めている。また、この製品は日本、アメリカ、ドイツ、韓国、シンガポール、中国（香港経由）、台湾などの半導体産業がある国へ輸出されている。5年前から、台湾の「建誼企業股份有限公司」が「台湾セミコンダクター・マニュファクチャリング・カンパニー：TSMC（世界最大の半導体製造メーカー）」

に提供するため、同社に発注（2回/年）している。また、台湾の「伽納企業有限公司」を「滑軌、定位用ネジ」の代理店にして委託販売を行っている。売上高は、約2万円から50～60万円に留まっている。続いて、同社は2000年に韓国のKONG-YOUNG社と共同投資をして委託販売の連携形態で、韓国への輸出を開始した。事業はほとんど韓国のパートナーに任せているが、韓国政府は中小企業を重視していないため、この合弁会社はあまり発展していない。かろうじて、損益は出していない。

次に、同社は販路拡大のため、半導体産業が成長している中国市場への進出を計画している。連携相手は台湾企業を第一に考えており、連携形態としては、日本側が生産技術を提供し、中国語ができ、かつ人脈のある台湾企業に中国市場への委託販売をさせる。または、台湾の企業と共同で資金、技術、マーケティングなどで連携し、中国へ投資をすることも考えている。成長著しい中国市場は魅力的である一方で、近年、中国国内の大気汚染が深刻化しており、半導体の品質に影響が出るという課題がある。

5. おわりに

本研究は、2011年に台日双方政府が台日産業連携政策を促進して以降の、岐阜県と台湾との産業連携・交流の現状、及び岐阜県企業に対し台日産業連携政策が及ぼした影響、同県企業の台湾企業と連携する場合の考え方とその課題、あるいは政策的サポートのあり方などを検討したものである。以下に、そのポイントを要約した。

第一に、台日政府双方が促進している台日産業連携政策は地方自治体に影響を及ぼしているが、地方自治体の取り組みの積極性により、台湾との提携・交流の実績が違っている。2011年から台日政府双方は台日産業連携政策を促進しているので、地方自治体もこの政策に対応しやすくなった。また、岐阜県は県内の外国観光客誘致、県産品の海外市場への拡大、県内企業の海外進出への支援、外国企業の県内への投資誘致などの目的で、台湾を重点国・地域に取り入れて、台湾と交流を進めている。ところが、岐阜県は、三重県や静岡県のように産官連携による海外進出支援体制が充分でないため、毎年の実務的な連携・交流に限られており、また、観光産業に注力しすぎて、他の産業分野の連携・交流が停滞している。一般的には、地方自治体が台日産業連携政策に対して、その県の企業の特性に見合った適切な支援策をとれば、企業は十分にメリットを得ることは、今までの同種の調査で明らかである。しかし、岐阜県のように、台湾と産業連携覚書（MOU）の締結や台湾駐在事務所の設置をしていない地方自治体は、その成果が少ないと思われる。ここで、他県の例を挙げると、例えば、沖縄県は

2000年前後に、台湾で駐在事務所を設立して以降、台湾との連携・交流が非常に盛んになった。台日産業連携を促進するため、静岡・沖縄両県のような政策・措置が他の地方自治体にも望まれる。

第二に、岐阜県の企業にとって、現在のところ、台日産業連携政策のインセンティブの効果を高く評価できていない。しかし、台湾企業と連携すれば双方の企業にとってメリットがあると考えられる企業が出てきている。また、岐阜県は中小企業を中心にする産業構造であり、中小企業は海外進出に必要な資産と経験が不足しているため、政府の促進政策と奨励措置が適切に出されることを期待している。県や政府が企業のニーズに応えれば、台日産業連携政策は一定の企業に影響を及ぼし、ひいては、台日産業連携を飛躍的に促進できる可能性が高いと見られる。

第三に、本研究で行った、岐阜県企業の台湾企業に対する印象と連携する意向についてのアンケート調査とインタビュー調査の結果がほぼ近いものとなった。岐阜県企業の台湾の投資環境に対する認識、台日産業連携に双方の企業が享受できるメリット、台湾の企業と連携する意向、台湾の企業と連携する時に発生する課題と、それを解決するために必要なサポート、台日産業連携の発展の見込みなどについての意見に共通した認識が見られた。岐阜県の企業に対して、台湾は親日感が高い、信頼感がある、日本語できる人材が多い、投資環境がアジア地域の他の国より整っている、生産製造・市場開発・研究開発などの能力がある、などの特色があるため、日本企業にとって安心して提携しやすい国である、という印象を与えていた。また、これまで述べた事例から、日本の中小企業は自社が開発した生産技術を台湾の企業に提供し、また、台湾企業が中国や海外で構築している生産拠点、販売ネットワーク、人脈、並びに台湾企業の豊かな国際経営経験を活用し、それを見極めた事業分業をした場合には、産業連携が成功したケースがあることが確認できた。これらの台日産業連携の成功例は、日本企業が台湾企業と連携をする時、参考になる事例となっている。対して、環境変化や思惑の違いから、日本企業と中国や韓国の企業とが提携した際、事業を中止する、規模を拡大しにくいケースもあった。日本企業が、他の地域の企業より台湾の企業と適切で、選択的な提携さえすれば、成功の可能性が高くなると思われる。しかし、戦略的には、台湾のみでは市場規模に限りがあるため、将来的には台湾を足掛かりに他の国・地域を開拓していくべきであろう。

第四に、近年、三重・静岡両県の企業は、国内市場の縮小と円安による原材料価格の高騰などの経営課題打開のために「市場需要に柔軟かつ迅速に対応する」、「商品・事業多角化」、「海外への進出」などの対応策に取り組んでいる。同様に岐阜県の中小企業においても従来の

内需市場志向からの転換を図る企業が出始め、そのため、海外進出の意欲もありチャンスがあれば、台湾企業と連携したい企業も少なくないと見られる。それゆえに、日本政府や地方自治体からの海外投資奨励政策や台湾とのパートナー情報の提供が大いに期待されている。また、海外進出する際に、中小企業支援機関、ジェトロ、地方自治体における海外投資担当機関などからの支援を望んでいる。岐阜県の企業の大半を占める中堅・中小企業は、海外進出経験や経営資源などが不足しており、台湾政府は地方自治体との間で、地方企業のニーズや企業の特徴に合った、交流・連携の促進政策を練り上げる必要がある。相互の産業構造を検討するセミナーや、それにもとづいた企業連携・交流セミナーなどを台湾と日本の双方で開催し、相互の理解を図るなどの地道な努力が必要となろう。先に述べた静岡・沖縄両県は台湾に駐在事務所を設置しており、両県は岐阜県より台日産業連携に対してより一歩先んじているといえよう。

第五に、現時点で、岐阜県は台湾との連携や交流促進の比重が観光産業に傾いており、重点産業の連携や交流に対してあまり進展がない。岐阜県の重点産業とは、航空宇宙、医療福祉機器、医薬品、食料品、次世代エネルギーなどの5分野である。また、これらの重点産業は、「台日産業連携架け橋プロジェクト」と「日台産業協力架け橋プロジェクトの協力強化に関する覚書」などの戦略産業に入っている。台日産業連携を発展させるため、台日政府双方は、日本の地方自治体の産業発展の特性と台湾の産業構造の特性とをマッチさせるのに相応しい誘致対象産業を地道に選び出す必要がある。例えば、台湾と岐阜県は観光産業分野で交流を深めつつ台日政府が共同して促進している重点産業⁽¹⁷⁾、及び地元企業の特徴や志向に合った産業なども併せて対象奨励産業の範囲に取り込んで、台湾との産業連携・交流を促進するべきであろう。

第六に、日本の公的機関あるいは民間企業等の台湾の投資環境や台日産業連携の誘致政策に対する認知度はまだ低く、台湾の政府と産業連携覚書を締結している地方自治体は少ない。今まで述べてきた通り、台日双方の政府が促進している台日産業連携政策は台湾と日本の産業・企業にとってインセンティブがあり、また、台湾企業と日本企業は、ウィンウィン関係が構築しやすい条件が整っており、連携すれば双方が発展していく可能性が高いと見られる。しかし、現時点で、台湾と正式に産業連携覚書(MOU)を連携している地方自治体は5県のみである。また、中小企業では台日産業連携の持つインセンティブへの理解が不十分である。日本の公的機関あるいは民間企業などで台湾の投資環境や台日産業連携の誘致政策に対する認知度がまだ低い原因は、次のように考えられる。①日本と台湾双方の、連携・交流などの情報発信の不足、②日本側の台湾に係る投資環境情報の収集・提供の不足、③日本と台湾双方の産業協会や政府担当機

関の交流不足、④日本側で台日産業連携政策に対応できる仕組みと人材、資源が不十分、など日本側の政府や地方自治体は台日産業連携の発展を促進するために、上述した課題に対する改善策として、①沖縄・静岡両県のように、台湾での「台湾駐在事務所」の設置や海外投資に関するサポートデスクの設置、②地方自治体における台日産業連携担当窓口機能の強化、③語学力(中国語・英語)を始め台日産業連携に対応できる人材の発掘と育成、④海外展開を希望する中小企業への支援機関の仕組みの強化、⑤台湾に関する投資環境や産業連携政策の情報発信強化などを提言したい。これらの改善策をもとに日本の地方自治体と台湾双方は政府間・産業協会間の一層の交流・連携を目指して、促進政策を練り上げる必要がある。

注

- (1) 東海5県は愛知県、静岡県、岐阜県、長野県、三重県である。
- (2) 三重県、和歌山県、秋田県、高知県、愛媛県などの県である。
- (3) 航空、半導体機械、クリーンエネルギー、バイオテクノロジー、デジタルコンテンツ、ハンドツールなどの6つ産業である。
- (4) 風力発電、太陽光発電、電気自動車、LED照明、金物、機械部品、電子設備、デジタルコンテンツ、バイオ医療、情報サービス、電子商務取引などの11項目の特定産業である。
- (5) 2015年7月下旬と2016年10月に、岐阜県の企業、台湾企業に対して詳細なインタビューを行った。
- (6) 2017年8月8日に羽根田商會を訪問し、佐藤祐一社長にインタビューをした意見を参考にした。
- (7) 「グレーター・ナゴヤは日本最強の「ものづくり」集積地であり、日本の製造業の心臓部です。この地域は、過去30年近くにわたり、その製造品出荷額において、日本一の座を守っています。グレーター・ナゴヤ・イニシアティブ(GNI)は、圏域の産業経済をよりオープンなものとして、世界から優れた企業・技術やヒト・情報を呼び込むとともに企業の海外展開支援を行うために、圏域の県、市、産業界、大学、研究機関が一体となり、国際経済交流を促進する活動です。2006年2月に設立された「グレーター・ナゴヤ・イニシアティブ協議会(GNIC)」は、グレーター・ナゴヤ・イニシアティブを推進する事務局です。注力産業は自動車、自動車部品、工作機械、航空機、電気部品、ロボット、新素材等、様々な産業の集積地となっています。また、IT、マルチメディア、バイオテクノロジー、医療、燃料電池といった分野や、対消費者向け、対企業向けのサービ

- ス産業においても、積極的な投資誘致プロジェクトが進行しており、産業集積に向けた取組みがなされています。」(Greater Nagoya ホームページ：<http://greaternagoya.org/ja/ind/grow.html>による)
- (8) 2013 年度に静岡県は工業の域内生産額（名目）産業別の構成比（31.4%）は全産業の第一位に達しており、他の産業の域内生産額（名目）産業別の構成比より高くなっている。同県の製造業を中心とした産業構造は台湾の産業構造に似ている（2015 年度の鉱工業国内生産額（名目）の産業別構成比：34.79%）
- (9) 2015 年 7 月 27 日に株式会社タイムックを訪問し、詳細なインタビューをした。2016 年 10 月 14 日に株式会社タイムックの経営者が台湾に来たときにもインタビューをした。
- (10) 中国の研修生は約一ヶ月 80,000 円で、ベトナム研修生は約 25,000 円である。
- (11) ベトナムの研究生の育成方法については、半年、現地で日本語を学習し、来日後、1 ヶ月の生活体験を経て、就業する。研修期間はあわせて、3 年間である。
- (12) 中国政府の投資規制に対応するために、中国の会社が 30.0%で、(株)タイムックが 70.0%で共同出資した。
- (13) 2015 年 7 月 24 日に岐阜産研工業株式会社、同年 8 月には鴻鏡貿易株式会社に訪問し、詳細なインタビューをした。
- (14) 従業員は約 60 名であり、約 3 人が自社の技術を開発し、約 30 名がキャスター事業部で、それ以外の従業員は他の事業部門に所属している。
- (15) 1 ヶ月一回車輪の部品などは中国から輸入しているため、円安が会社の資材調達コストに大きな影響を与えている。
- (16) 2015 年 7 月 22 日に(株)タカイコーポレーションを訪問し、詳細なインタビューをした。
- (17) この「台日産業連携架け橋プロジェクト」を促進している 6 つ戦略産業、及び「日台産業協力架け橋プロジェクトの協力強化に関する覚書」を促進している 11 項目特定産業などである。
- .asp?xItem=15768&ctNode=108&mp=2 による。
- 3) 「東海（5 県）経済の現状」,<http://www.chubu.meti.go.jp/a31tokai-kyougikai/kyougikai1/4-1tokaigennzyou.pdf#search='%E6%9D%B1%E6%B5%B7%285%E7%9C%8C%29%E7%B5%8C%E6%B8%88%E3%81%AE%E7%8F%BE%E7%8A%B6'>.
- 4) 經濟部統計処「統計指標簡易查詢」, 經濟部統計処ホームページ：<http://dmz9.moea.gov.tw/GMWeb/common/CommonQuery.aspx>.
- 5) 岐阜県『平成 27 年度「岐阜県長期構想」実施情報報告書』, 2014 年 9 月, p4。
- 6) 『「アジア No.1 航空宇宙産業クラスター形成特区」にかかる地域拡大指定について』, 岐阜県ホームページ：https://www.pref.gifu.lg.jp/event-calendar/c_11354/161130_tokkukuikikakudai.html.
- 7) 「台日二重課税回避協定を承認」, 2015 年 12 月 11 日, <http://japanese.rti.org.tw/news/?recordId=38337>.
- 8) 岐阜県『岐阜県成長・雇用戦略』, 平成 26 年 3 月, pp.4-6, 岐阜県ホームページ：http://www.pref.gifu.lg.jp/sangyo/shokogyo/horei/11351/index_55332.data/00seichokoyo.pdf.
- 9) 「国際交流戦略に基づく分野別及び国・地域別交流の進め方（平成 27 年版）」, 岐阜県ホームページ：<https://www.pref.gifu.lg.jp/kensei/keikaku-kaikaku/syuyo-keikaku/kokusai/senryaku.data/H26-version.pdf>.
- 10) 「静岡県地域外交基本方針アクションプログラム（平成 28 年）」, 静岡県ホームページ：<http://www.pref.shizuoka.jp/kikaku/ki-130/documents/s3-usa.pdf>.
- 11) 林冠汝「岐阜・静岡両県の企業の台日産業連携に対する視点の比較」『人文学報』, 真理大学人文学院, 第 20 期号, pp.44 ~ 80。
- 12) 林冠汝「台湾と三重県の台日産業連携推進の現状」佐土井有里編著『日本・台湾産業連携とインのベーション』, 創成社, 2017 年 6 月, pp.30-53。
- 13) 岐阜産研工業株式会社のホームページ：<http://gifusanken.com/company/>.
- 14) (株)タカイコーポレーションホームページ：<http://www.takaicorp.co.jp/>.

参考文献

- 1) 葉武松「台日産業連携 架け橋プロジェクト」, 台日産業連携推進オフィス, 2012 年 7 月 ([https://www.koryu.or.jp/taipei/ez3_contents.nsf/04/9BC857B22F4AF8E349257A4D0010DEF7/\\$FILE/120718.kakehashi-kai.pdf](https://www.koryu.or.jp/taipei/ez3_contents.nsf/04/9BC857B22F4AF8E349257A4D0010DEF7/$FILE/120718.kakehashi-kai.pdf)による)。
- 2) 「台日簽署産業合作 MOU 鎖定 11 項産業」, 『天空部落』, 2013 年 5 月 2 日, <http://www.cier.edu.tw/ct>

The Policy of Taiwan-Japan Industrial Alliance on the Influence and Business Responses in Gifu Prefecture

By Kuanju Lin⁺

⁺ Aletheia University Collage of Finance and Economic

Abstract

In this study, first I investigate the trade relations between Gifu Prefecture and Taiwan and how they have been influenced by the Japan-Taiwan industrial alliance policy. Next, I analyze the intention and view of Gifu Prefecture in this industrial alliance policy. Lastly, I make proposals for the future development of this industrial alliance. The results of this study show that the Taiwan-based office of Shizuoka Prefecture exerts a considerable level of influence on the economic cooperation between the two countries. Moreover, both the officials and people of Gifu Prefecture have been actively promoting collaboration in many respects, and there are quite a few examples of successful cooperation between the two countries. In conclusions, the promotion of industrial alliance by the governments of Taiwan and Japan has had a positive economic impact and benefitted corporations in both countries. Therefore, this policy of industrial cooperation should be further promoted, especially the encouragement of Japanese invest in Taiwanese industry.

KEY WORDS : Gifu Prefecture,Industrial cooperation, Industrial Alliance, Taiwan-Japan Industrial Collaboration, Taiwan-Japan relations

鴻海精密工業によるシャープ買収以降の液晶産業の変化 Impacts on TFT LCD Industry after Acquisition of SHARP by Foxconn

呉嘉鎮 by Wu chia-chen

名城大学アジア研究センター研究員 Research Fellow of MARC, Meijo University

要旨

2016年3月、鴻海精密工業のシャープ買収は、日本の電子大手が海外資本に買収される初事例となった。鴻海精密工業の再建計画によりシャープはうまく再建の第一歩を踏み出したように見える。

液晶パネルの製造はテレビ用の大型パネルと高性能な中小型液晶パネル、二つのパネルモデルによって構成されている。鴻海精密工業はシャープとの液晶事業の統合で、これまでの電子メーカーと違う所は、シャープの力を日本関西エリア、台湾新竹科学パーク、中国の広州龍華工業エリア、三つの地域を連結し、8Kの新型液晶インターネットテレビを一貫生産する体制を築こうとしていることである。このような地域を超えた「新しい戦略的垂直統合のフレームワークへの進化」で、これまで液晶事業に投資しても成果が出なかった鴻海精密工業はサムスン電子に挑むチャンスを得ようとしている。

本研究は2016年鴻海精密工業主導によってシャープの改革と日本、台湾の液晶産業の変化の意味を分析するとともに、シャープの広州新世代パネル建設案と今議論されているアメリカ投資案などの動きの意味と影響を、現在の鴻海精密工業の発展と合わせて整理することが目的である。

キーワード: 日台アライアンス、液晶産業、シャープ、鴻海精密工業、液晶テレビ

1. はじめに

90年代末から液晶産業の急速な成長で、東アジアの電子メーカーがこの新しい産業に参入してきた。しかし、あまりに急速な拡張と価格破壊によって液晶パネルの価値が2000年代半ばから逆に下落したことで2008年に起こったリーマン・ショックによって多数の液晶メーカーが撤退し始めた。2015年までに大手液晶メーカーは台湾の友達光電（以下 AUO）と鴻海精密工業（Hon Hai Precision Industry Co., Ltd.）グループの傘下企業の液晶群創光電（以下 Innolux）2社と、日本産業革新機構により統合した液晶メーカージャパン・ディスプレイ（以下 JDI）と SHARP（以下 シャープ）2社、これら4社しか存在しなかった。2016年3月、鴻海精密工業のシャープ買収が確定し、日本の電子大手が海外資本に買収される初事例となった。買収案が成立した時点で、シャープが再建に向かえるかどうかという疑問を持つ人が多かったが、鴻海精密工業の再建計画によりシャープが2017年4月に発表した2016年度の最終赤字は前年同期比約10分の1の248億円となり、うまく再建の第一歩を踏み出した。

ただ鴻海精密工業はシャープの事業内容の調整やサプライチェーンの調整によるコストダウンなど大きく企業方針を変更したが、会社の経営と制度はなるべく変更せずに慎重に対処しようとしてきた。鴻海精密工業のCEO 郭台銘（以下 郭）が長い間の腹心で日本に勤務経験を持つ戴正呉を社長に任命したのをはじめ、200人以上の経営陣を組織し彼らをお互に大阪に送って、やっと獲得し

たシャープのブランドイメージを維持するため、事業補佐からマスコミ対応までの諸事務を行うようにしたことや、できるだけ技術者の削減をしないようにしたこと、これまでのシャープの社内制度と変わらないようにしている。

製造技術について、多機能化及び高性能化に対応するとともに、行動端末の生産においては異種デバイスの高密度集積化（Heterogeneous Integration）の概念が主流となった。行動端末の流行で液晶産業も大型化から多様化へ転換し、現在液晶パネルはテレビ用の大型パネルと高性能な中小型液晶パネル、これら二つのパネルモデルによって構成されている。金型製造から高価値部品の生産、最終製品まで手掛けることで黒子役からの進化を図る鴻海精密工業はシャープとの液晶事業を統合しようとしている。これまでの電子メーカーと違う所は、鴻海精密工業はシャープの力を日本関西エリア、台湾新竹科学パークエリア、中国の広州龍華工業エリア、これら三つのエリアを連結することで、8Kの新型液晶インターネットテレビを一貫生産する体制を築いていることである。このような地域を超えた「新しい戦略的垂直統合のフレームワークへの進化」を得たことで、今まで液晶事業に投資しても成果が出なかった鴻海精密工業は液晶産業トップのサムスン電子に挑むチャンスを得る可能性がある。一方、2016年から高付加価値部品の生産を図る鴻海精密工業はシャープの力により新しい業務に進出しながら自社 EMS（electronics manufacturing service）業務範囲を拡大する方向に進んでいる。

この分野の先行研究として、台湾政府が2002年から国策で液晶産業を育てた時期に中央研究院による台湾の

液晶産業への関与を対象とするものが多かったが、台湾液晶産業が企業を主体に発展してからは、液晶についての研究は減ってしまった。これに対して、台湾には鴻海精密工業についての研究が多数ある。張殿文の著作「虎與狐」(2008)¹⁾は鴻海精密工業が組立工程を行っていたOEMメーカーからEMSメーカーまで進化した過程を紹介し、2007年までの鴻海精密工業傘下のInnoluxの発展も紹介した。2016年シャープの買収案が確定してから日本にも鴻海精密工業とシャープについての研究事例が増えてきたが、経営者についての研究が多かった。安田峰俊の著作「野心-郭台銘伝」(2016)²⁾と毎日新聞社が出版した「鴻海・郭台銘-シャープの真実」(2016)³⁾はどちらも鴻海とシャープの買収交渉について経営者の視点から詳しく説明したものである。日本の液晶産業研究者の中田行彦は著作「シャープ「企業敗戦」の深層」(2016)⁴⁾の中で、シャープが2014年に赤字が急速に増加した理由を提示した。

ただ、2016年半ば以降、鴻海精密工業が急速に展開しているシャープによる投資案とブランド再建の繋がりと日本、台湾、中国、三つの地域を連結していることに光を当てる研究はまだ少なかった。これまでの研究だけでは、なぜ、EMSメーカーの鴻海精密工業が一社の力で液晶テレビブランドを支えることができるのかという理由も説明が困難である。筆者の「日本・台湾産業連携とイノベーション」(2017)⁵⁾は近年日台の電機・電子製造業連携事例を議論し、台湾の角度から日台アライアンスの変化を洗い出している。2000年代初期に提出され、台湾の電子産業の特徴を議論する時良く使われている「スマイルカーブ理論」が近年、エレクトロニクス、通信情報など電子製造業にも適用されるようになってきている。そして先端的な製造メーカーブランドの確立や商品デザインと販売ルート、サービス特化を結合して、電子製造業の長所を十分発揮して、この時代で優位性と営業利益を獲得している鴻海精密工業はシャープの買収で日台アライアンスの新しい型を作ろうとしている。さらに詳しく鴻海精密工業のシャープ買収案により変化が起こった日本と台湾の液晶構造を説明するためには、シャープの2017年半ばまでの変化の激しい東アジア地域の事業統合実態に焦点を当てて、現状を整理する必要がある。

かねてより、常に高度な製造技術を求めてきた鴻海精密工業は電機製品のモジュール化が速やかに進んでいるこの時代の製造業の優位性を十分に発揮している。そして、その収益も電子産業の製造プロセスとその付加価値との関係を記した「スマイルカーブ」を反映している。技術面と資金面に優位性を持っている鴻海精密工業が自社のさらなる進化を遂げるため、昔から自社事業といちばん繋がっているシャープに対して、5年以上かけて、いろいろな形式の連携を求めた。そして現在新しい日台連携モデルが試されようとしている。

本研究は2016年鴻海精密工業の主導によって生じたシャープの改革と日本、台湾液晶産業の変化を整理し、シャープの業績がどのように回復したのかを検討する。そして2016年末に公表されたシャープの広州への新世代パネル建設案と今議論されているアメリカ投資案などの動きの意味と影響を、現在の鴻海精密工業の発展と合わせて考察する。

2. 両社統合前の日本、台湾液晶産業の状況

本節は2014年以降、スマートフォンやタブレットなど中小型端末の急成長によって世界液晶市場に生じている変化や日本、台湾液晶メーカーの動きについて整理する。

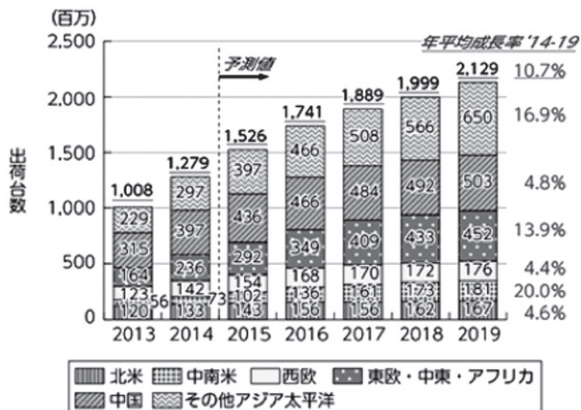
(1) 拡大し続ける中小型行動端末市場

27年版日本総務省政策白書のデータによると、2014年時点で世界全体のスマートフォンの出荷台数は約13億台まで拡大し、これからも高い成長率で出荷が続くことが予想されていた(図1)。地域別から分析すると、北米や西欧などの先進国地域の成長が鈍化することが予想され、年平均成長率5%弱となる見込みは現状と一致している。現在も、インド、中東、アフリカ、東南アジアの新興国の成長は続いており、これら地域において、スマートフォンがより一層普及することによって高い成長が期待され、グローバル市場を牽引していくであろう。

現在中国が格安スマートフォンやタブレットなど行動端末の生産の中心地となっている。2012年以降、小米科技(Xiaomi)をはじめ、華為科技(Huawei)など政府資金が入ったメーカーが急激な成長を遂げている。中小型行動端末の低価格化が進んでおり中国のスマートフォンは有名メーカーと同等スペックで他社の標準価格の半額程度で販売されている。こうした価格訴求によって世界のスマートフォン市場シェアで中国系企業が席卷しており、2014年の時点で中国製スマートフォンが全世界の66%のシェアを有している(図2)。また中国スマートフォンメーカーが技術を強化する一方、中国液晶メーカーも外資系メーカーと連携しながら発展して、競争力を大幅に拡大している。一方、アンドロイドスマートフォンメーカーの出荷ではXiaomiはサムスンを抑え、1位へと浮上しているものの、中国は大型パネルを中心に発展しているため、行動端末を製造する時は日本、台湾、韓国から高画質な中小型パネルを輸入する形を取らざるを得ない。

行動端末の普及によって液晶産業は新しい時代に入っている。2011年以降、高画質中小型パネルの開発とタッチパネルの改良によって、中小型パネルの持続的進歩が最近の液晶産業の主な特徴となっている。液晶

図1 スマートフォンの地域別市場規模

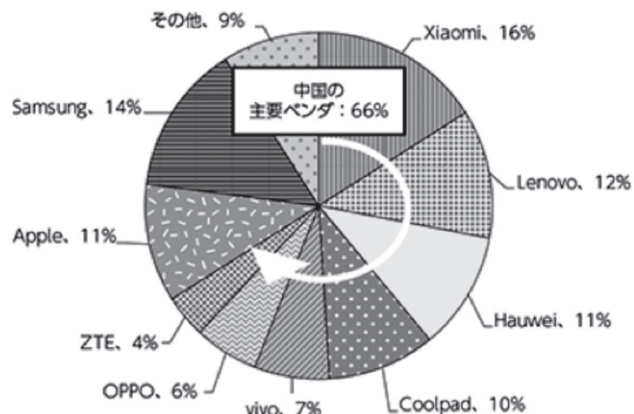


(出典) IHS Technology

出所：総務省『情報通信白書』27年版

<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/pdf/n5200000.pdf>

図2 中国市場におけるスマートフォンベンダー市場シェア (2014年下期)



(出典) IHS Technology

出所：総務省『情報通信白書』27年版

<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/pdf/n5200000.pdf>

表1 2009年～2015年中小型パネルメーカーシェアの上三位ランキング

年度別	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
第一位	シャープ 16.5%	シャープ 14.8%	シャープ 14.8%	JDI 19.9%	JDI 16.2%	LGD 17%	サムスン 23%
第二位	サムスン 12.8%	CMI 11.7%	サムスン 11.9%	シャープ 15.8%	シャープ 15.1%	JDI 15%	JDI 16%
第三位	CMI 11.4%	東芝 9.2%	東芝 9.2%	CMI 11.1%	LGD 14.2%	シャープ 15%	LGD 14%

各サイトと新聞記事により筆者整理

メーカー各社は相次ぐ新型中小型パネルの量産化によって各社の競争も白熱化し、世界中小型パネルメーカー上位3位がほとんど毎年入れ替わっている(表1)。このような液晶供与システムの変化が過去5年間の日本、台湾の液晶産業の成長に強く影響している。以下では日本、台湾の近年の液晶産業の発展と特徴についてまとめる。

(2) 日本液晶メーカーの場合

リーマン・ショック以降多数の日本の液晶メーカーが市場から撤退してしまい、残りの大手液晶メーカーは自らの競争力を保つため、開発の重心を高画質な中小型液晶パネルに移した。現在でも日本の液晶メーカーは中小型パネルの生産では世界最高水準を保っている。その中で、シャープは最初からアップルのサプライチェーンに参入する液晶メーカーであり、現在でもアップルにパネルを提供し続けている。2007年からシャープはiPhoneのディスプレイ供与メーカーに選ばれ、自社ブランドの液晶製品を生産しながらアップルにパネルを提供し続けている。

シャープと比べ、他の日本の液晶メーカーは中小型液晶パネルの開発で大きな成果が出ていなかったが、日本

政府が行った液晶産業の再編で分散していた力が統合された。2012年、日本の液晶メーカーが産業革新機構の主導でソニー・東芝・日立がディスプレイ部門を統合し、JDIというブランドを立ち上げ、高機能の中小型液晶パネルの開発に力を入れ始めた。中小型事業を統合するため、東芝・日立は大型パネルの自社製造をやめて、ブランドを残すという方針が決まった。しかし、このような発展方向によって、シャープとJDIが完全にライバルとなってしまった。大型パネルの投資で台湾、韓国メーカーに抜かれた日本メーカーは行動端末の成長を期待してきたが、中小型パネルばかり発展することで日本の液晶構造に根本的な変化をもたらした。

(3) 台湾液晶メーカーの場合

2000年代後半から台湾液晶メーカーは台湾で液晶部品メーカーを育てながら積極的に対中国投資を拡大し続けた。元台湾最大の液晶メーカー AUOは2008年中国に新世代のパネル前工程工場の投資計画を台湾経済部に出した⁶⁾直後、中国拠点の蘇州昆山で7.5世代の液晶パネル工場を作る計画を発表した。その後、AUOは中国液晶メーカーの龍飛光電と中国昆山市金融機関とで約

3341 億 1300 万円の新工場投資を行った⁷⁾。

一方、EMS メーカーの鴻海精密工業はこの好機を利用し、自社の販売と液晶各事業の拡大を続けた。鴻海精密工業は 2010 年、当時不況に陥っていた台湾第二の液晶メーカー CMO と株式交換という形で買収することで「New CMO」^①を設立した。鴻海精密工業は第一世代の iPhone シリーズの時代からアップルの依頼を受け始めたが、iPhone の生産コストの全体 30% を占めていた液晶パネルが生産できなかったため利潤は圧縮された状態のままであった。鴻海精密工業は日系液晶メーカーの DNA を受け継いだ CMO の IPS 技術よって iPhone のディスプレイ供与メーカーになれると予測していたが、結局アップルのパネル供与メーカーに選ばれなかった。この結果により 2012 年鴻海精密工業傘下の Innolux が CMO を吸収し⁸⁾、鴻海精密工業は日本企業の協力を求め始めた。膨大な資金で建設した堺の第 10 世代パネル工場の稼働率が低くなったため、シャープは 2012 年一回目の経営危機に陥った。その頃、融資額は 3625 億円まで増加してしまい⁹⁾、返済困難となったシャープは業務提携対象に鴻海精密工業を選んで、鴻海精密工業に 9.9% の株式を売って、鴻海精密工業がシャープの筆頭株主となった。そして郭は個人名義^②でシャープ第 10 世代の堺工場の 46.5% の株を 660 億円で買い取り、シャープの第 10 世代工場を「堺ディスプレイプロダクト」(以下 SDP) に名称を変更した。シャープはこの台湾側との業務提携を「新しい戦略的垂直統合のフレームワークへの進化」¹⁰⁾として位置付けている。

中小型端末市場の拡大によって日本と台湾液晶産業の構造にまた変化が起こった。資金面の問題で日本の液晶メーカーの大型パネルへの投資が減少し、日本の液晶産業構造は完全に中小型パネルへの集中となった。しかし、発展方向を電力消費にこだわる行動端末向けのパネルに向けたものの、当時はもう既に省電力で注目されていた有機 EL 技術に対し、有機 EL 技術の創出国であったにもかかわらず、日本は有機 EL の発展と投資への意欲はあまりなかった。一方、台湾の液晶メーカーは対中国市場への方針は変わらないが、鴻海精密工業は積極的に液晶パネルの投資を行った。

3. シャープの敗因と鴻海精密工業による再建計画

シャープは中国での大型パネル発展計画の挫折と JDI によってシェアを奪われたことで中小型パネルの業績が急速に悪化した等の問題で結局、鴻海精密工業に買収された。しかし、経営者が変わってもシャープ自体は、技術発展方向の転換、欧米市場向けのブランド使用権やアジア向けの販売計画など、産業面と経営面でいくつかの問題が存在している。本節の前半は産業面からシャープ

の敗因を分析し、後半は鴻海精密工業によるシャープ再編と現在のシャープの発展方向をまとめて整理する。

(1) シャープの中国投資と失敗

2008 年以降、リーマン・ショックの影響で世界では大型テレビの成長鈍化という深刻な事態が進んだが、中国のテレビ市場だけは好調を続けていた。中国政府による「家電下郷」(液晶テレビなどデジタル家電の普及化)策定プロジェクトの推進によって液晶産業を活性化させた。中国農村地域の液晶テレビ市場拡大に対する期待が高まったため、台湾のパネルメーカーは中国メーカーに接近し、大型パネル生産ラインの稼働率を維持した。ただ、中小型パネル開発に方向を転換する日本液晶メーカーは異なる方針を出して、日本国内にある古い世代の生産ラインを売却するという戦略を選んだ。

シャープの対中国投資は、江蘇省南京市に液晶テレビの組み立工場だけを建設するものであった。液晶の生産技術及びノウハウを提供するとともに亀山第 1 工場の第 6 世代生産設備を中国液晶メーカー「南京中電熊猫晶体科技有限公司(以下中電熊猫)」に売却する戦略を採ったシャープは台湾、韓国の液晶メーカーに負けないように、2010 年、南京市と南京中電熊猫信息产业グループとによって液晶事業会社「南京中電熊猫液晶顯示株式会社」(CEC)を設立し、本格的に中国で液晶パネル生産プロジェクトを開始した。この結果、シャープがかつて亀山工場を中心に発展させてきた「三重県クリスタルバレー」モデルを複製し、液晶モジュールから液晶テレビまでの一貫生産ラインと「液晶設計開発(R&D)センター」が南京市に設立された。しかし、2012 年から、シャープは赤字の理由で自社投資優先ではなく、中電熊猫から受け取る技術指導料の一部を出資金に充てて、投資負担を抑える道を選んだ¹¹⁾。さらに 2013 年、シャープは中電熊猫との液晶パネル生産で新しい提携案を発表した。シャープは中国電子信息产业集団との提携により、資本金は約 2781 億円で(出資比率:中電熊猫 92%, シャープ 8%)南京市に第 8.5 世代の液晶工場を運営する合弁会社を設立すると発表した。シャープは南京市の新工場に省エネ液晶技術「IGZO」を提供し、第 8.5 世代の「IGZO」の試作も開始した¹²⁾。このような、赤字を埋めなかったために特許技術を中国やサムスンに切り売りする動きが、シャープの失敗を加速した。

(2) シャープと JDI の競合

中田行彦は著作『シャープ「企業敗戦」の深層』の中でシャープが 2014 年に赤字が急速に増加した一つの重要な理由を提示した。それは台湾第二のタッチパネルメーカー勝華科技股份有限公司(以下勝華科技)の倒産である。勝華科技は 1990 年台湾で設立された中小型液晶パネルメーカーであり、最初は STN や TFT-LCD パネルの製造を行っていたが、2008 年から事業をタッチパネルの製造に

変更して成功を取めた。アップルのサプライチェーンに参入したことによって、2011年まで勝華科技の業績は急速に拡大した。携帯向けのタッチパネルの技術発展スピードは、台湾メーカーの方が日本メーカーより早いので、シャープも中国に輸出しているスマートフォン用のパネルを台湾にあった勝華科技に送り、タッチパネルをつけてから中国に運送した。スマートフォンによるタッチパネルの需要がさらに高まると判断した勝華科技は500億台湾元を投入して中国東莞に新しい工場を建設した¹³⁾。しかし、2012年からアップルは新しいタッチパネル技術を採用する過程でガラス抵抗膜式タッチパネル（Glass Capacitive Touch）からより低電力消費の静電容量方式パネルに乗り換えることを決定した。そして、アップルという一番大きな顧客を失った勝華科技は短い期間に倒産した。その影響を受け、急に連携メーカーを失ったシャープも大きなダメージを受けた。

パネルの納期を間に合わせられないシャープの代わりに中国に中小型パネルを提供したのは同じ日本メーカーのJDIであった。2014年シャープの巨額赤字の代わりにJDIの2015年度の業績はかなり拡大し、一気に中小パネルの世界シェアの一位の座を奪い取った。

(3) 鴻海精密工業によるシャープの買収

シャープは2012年にサムスンからの出資を受けたことによって一時的に業績を改善したが、パネルの安売りとJDIとの競合で再び経営危機に陥ってしまった。その時点で、鴻海精密工業は再び提携協議を提案した。SDPの共同運営で成果があったこともあり、シャープは2016年2月25日、経営再建のスポンサーとして鴻海精密工業を選ぶことを決定した。鴻海精密工業を引き受け先とする約4890億円の増資を実施する計画を発表したが、その後シャープが通告した債務リスクなどが問題となり、最終合意は4月にずれこんだ。最終的に、鴻海精密工業は出資金約3888億円でシャープ株の66%を取得することとなって¹⁴⁾、2016年4月から鴻海精密がシャープの経営権を掌握した（表2）。

(4) 鴻海精密工業によるシャープの改革

鴻海精密工業は2000年代前半、世界有数のEMSメーカーとしてアジアでは一定の知名度を持っていたが、企業自体をアジアから世界の舞台に躍り出させたきっかけはApple Inc.（以下アップル）製品の製造を担ったことである。したがってパネルの自社生産によってコストを下げることも必要だが、自社の重要性を上げ、アップルとの関係をもっと緊密に繋げることが鴻海精密工業の一番の要務となった。2016年4月から、鴻海精密工業はシャープが握っている資源を活用し、さらに高付加価値部品も提供できるようにアップルにアピールを行っている。以下では鴻海精密工業がシャープ買収によって力を入れようとしている技術の現状をまとめる。

①パネル生産

2016年以降の鴻海精密工業はIGZO技術でのTFT-LCDの改良と有機ELの開発などの二つの方向に進んでいる。今の時点、TFT-LCDは有機ELより低電力消費、長い寿命、パネルが色落ちしないなどのメリットがあって、現行のノートブックとiPadもTFT-LCDパネルにこだわっているため、有機ELより競争力を持っている。さらにシャープが持っているLTPS技術は有機ELの発展競争に不可欠な一環となっているのでシャープはTFT-LCDの強い所を強調し続けている。一方、JDIは、JOLED（ジェイオーレッド）という独自の印刷方式の有機ELパネル製造装置を開発中だが、財政面の要因で有機ELパネルの大規模な投資は困難とみられている（表3）。

有機ELにはいろいろな欠点があるとしても、2017年のiPhone10周年記念モデルに有機ELパネルを搭載することが確定されたことで、有機ELの発展に火を付けることになった。今後、有機ELは液晶メーカー各社の開発重点となるであろう。現在のシャープは有機ELを量産化する能力を持っていない。これまでアップルに

表2 シャープと鴻海買収契約調印の経過

日付	出来事
2011年6月	シャープの株主総会で出資を承認
2011年7月	テレビ用液晶パネルの相互供給などで合意
2012年3月	シャープ本体と堺工場の運営会社の出資で合意
2012年7月	鴻海精密が堺工場運営会社に660億円を出資
2012年8月	鴻海精密が「シャープ本体への出資見直しで合意」と発表
2013年3月	シャープ本体への出資契約が期限切れ
2015年10月	シャープが液晶事業の切り離しで「複数の相手と交渉」と表明
2016年1月30日	郭台銘会長がシャープ本社で出資などの支援案を説明
2016年2月4日	鴻海精密との優先的な交渉を決める
2016年2月25日	シャープが出資受け入れを決める。鴻海は契約を保留
2016年3月30日	シャープと鴻海精密が出資をそれぞれ決定
2016年4月2日	2社が正式に契約し会見

筆者整理

パネルを供給するメーカーは通常2～3社もあったが、現在有機ELを大規模に量産化できるのは最初から有機EL技術に力を入れている韓国液晶メーカーのSamsung Electronics Co., Ltd. (以下サムスン) と LG Electronics Incorporated (以下LG) の2社だけで、今年有機ELをアップルに提供できるのはサムスン1社だけという現状となっている。これから有機ELにもたらされる膨大な商機や、スマートフォンのライバルとしてのサムスンに有機ELパネルを長く依存することを防止するため、アップルは自社で有機ELパネル開発を進め、他のパネルメーカーと提携する構えを示している。2017年の春から、アップルが鴻海精密工業と有機EL工場を建設する情報が市場に流れ始めた¹⁵⁾。もしアップルが本気で台湾で有機ELを発展させることができれば、鴻海精密工業が有機EL開発の大きな力を得るであろう。

ちなみに、サムスンは現在世界でいちばん有機ELを発展させているメーカーだが、製造装置は相変わらず日本メーカーから購入している。そして有機ELパネル製造装置はTFT-LCD時代からの王者である生産設備メーカーのキヤノントッキがほぼ独占している¹⁶⁾。

表3 有機ELの生産現状

メーカー	生産状況
サムスン	4.5.6世代の有機ELを生産している
LGD	4.5.6世代の有機ELを生産しているが量が少ない
AUO	3.5, 4.5携帯AR対応の有機ELを生産

筆者整理

②カメラレンズ

2016年からカメラレンズの重要性が高まっている。特に現在、一部スマートフォンの上位機種がデュアルカメラを搭載し始め、中国市場だけで1年1億個単位の需要があるカメラレンズはこれから十分な発展可能性がある。益々拡大しようとしているカメラレンズ市場に対し、日本と台湾の大手カメラレンズメーカーが設備増強に乗り出している。台湾のラーガン・プレジジョン（大立光電）は工場拡張を宣言し、日本のカメラレンズメーカー Kantatsu (以下カンタツ) も日本で業務を拡張する他に、中国で工場の建設計画を立てている。そして利潤を高めるため常に高度な技術での部品製造の参入チャンスを探し続けている鴻海精密工業も2016年以降、カメラレンズ業務に積極的に進出するチャンスを探している。

2016年の時点でサムスン以外のスマートフォンメーカーのカメラレンズは殆ど外部調達方式となっている。iPhone用カメラレンズは現在、ラーガンを筆頭に玉晶光電（GSEO）、中国の舜宇光学科技（サニー・オプティカル・テクノロジー）なども供給しているが、台湾部品メーカーのラーガンはスマートフォン向けカメラレンズ

の生産で世界シェア3割を誇って、アップルの主要顧客となっている。日本で唯一カメラレンズのサプライチェーンに参入しているのはカンタツである。そして、カメラレンズを生産していない鴻海精密工業はシャープ買収により、シャープが筆頭株主のカンタツとの取引を拡大させ、アップル製品の受注を増やそうとする意欲が強くなった。

シャープの買収により鴻海精密工業に注目されているカンタツは独立した経営を維持している（シャープの出資比率は44.4%）。アップル自体もカンタツを支援していること（カンタツは現在アップルから出資を受け、月産能力2,500万個となっている）に加え、鴻海精密工業がカンタツとの関係をさらに強化すると、鴻海精密工業の主導によってアップルのカメラレンズサプライチェーンに変化がもたらされる可能性がある。一方、鴻海精密工業は台湾でのカメラレンズ事業を強化しようとしている。2016年から鴻海精密工業がカメラレンズの生産に力を入れることを決定し、台湾第三のレンズメーカーの中揚光電に資本を投入した。その後、中揚光電が同じ台湾レンズメーカー新鉅科が処分した工場を約9.75億円で購入した。鴻海精密工業は中揚光電の拡張と強化によって台湾でレンズ業務を展開する姿勢を鮮明化させている（表4）。

表4 カメラレンズの主要メーカー（単位：個）

メーカー	月産能力	供与先
ラーガン(台湾)	1億	ファーウェイ、シャオミ、ソニー
舜宇光学(中国)	3,000万	ファーウェイ、レノボ、OPPO、サムスン
カンタツ(日本)	2,500万	ソニーと他日本製スマートフォン

筆者整理

iPhoneの組み立て工程以外の液晶パネルをはじめ、カメラレンズなど複数の技術力・精度の高い部品もまとめて提供できるようになると、鴻海精密工業の競争力がさらに強くなるであろう。

(5) パネルの地域を越えた垂直統合を展開

赤字を削減するため、買収される前のシャープは一部日本国内の工場を閉鎖したが、根本的にはシャープ製液晶テレビの高コスト問題が解決できなかった。さらにメキシコ工場の売却でシャープ製品が減少し、国際競争力が低下した。この弱点を克服するため、鴻海精密工業によって2017年第二四半期からシャープとInnoluxの繋がりが強化され、両社の業務内容の調整が行われた。

①技術開発のシャープ

鴻海精密工業の業務調整によりシャープは日本メーカーが得意な技術開発、及び上位機種の生産の姿勢を維

持っているが、その方向が変わってきている。現在、シャープは開発の重心を有機 EL の量産化に移しながら、日本国内工場を 80 インチ以上の液晶テレビの生産に特化しようとしている。一方、鴻海精密工業は SDP とシャープへの関与を拡大し、コスト削減を求めようとしている。シャープはこれまで赤字を埋めるため液晶パネルを安値で韓国、中国メーカーに提供してきたという問題が存在している。この問題を解決するため、鴻海精密工業は 2016 年 12 月にシャープと共同運営の SDP に追加出資として、合計 520 億円を投資した¹⁷⁾。この出資案で鴻海精密工業側の出資比率が過半を超え、SDP を子会社化した。その後鴻海精密工業はシャープの採算を改善するため、2017 年からサムスンや LGD、中国の家電メーカー ハイセンス（以下 海信）など外部顧客向けへの液晶パネル供給を絞り込んだため、サムスンとの訴訟を抱えることになった¹⁸⁾。

鴻海精密工業が液晶パネル供給を絞り込んだのはいくつかの理由がある。まずは SDP のパネルを確保することである。2016 年 6 月に鴻海精密工業がヨーロッパの UMC からシャープブランドを取り戻してから、ヨーロッパで製造する液晶テレビパネルの供与先は日本シャープの提供となった。今後ヨーロッパ市場を確保するため、ある程度の生産能力を確保する必要がある。そして、液晶パネルの確保はアジア向けの供給を増やす狙いもある。シャープは現在、アジア市場向けの販売拡大を行う方針に転換している。中国や東南アジアなど新興国で大型テレビの需要が拡大しており、鴻海精密工業は資金を投じてこの拡大を後押ししながら自社ブランドの生産拡大を行っている。更に、根本的に日本製シャープ液晶テレビの高コスト問題を改善するため、鴻海精密工業はシャープの日本国内の足りない生産能力を補完するために SDP のパネルをそのまま堺市にあるシャープに運送している。同グループ内の部品供与でコストを削減することでシャープの日本国内生産コストを抑えている。

もちろん、大規模投資にはリスクが伴う。SDP の追加出資により、2016 年 12 月の鴻海精密工業の当期損益は 592 億円の赤字に転落した。その主な理由は SDP への出資以外に大型液晶パネルの価格下落が主な要因と見られた¹⁹⁾。2017 年以降、中国資本の液晶パネル工場が相次ぎ稼働するので、今後、シャープブランドのテレビ拡販計画の成否が SDP の業績と鴻海精密工業に影響すると見られている。

② シャープブランド液晶テレビの生産を開始する Innolux

鴻海精密工業に属する台湾液晶メーカーの Innolux はシャープと異なった役割を担っているが、コスト削減という共同目標を持っている。開発面を重視するシャープに対して、Innolux は生産方式の革新と技術統合の改善に着目している。現在、Innolux は鴻海精密工業がこれまで蓄積してきたテレビの製造と現在話題となっている

無人工場の発展経験を活用し、新しいテレビ生産方式を創出するという野望を持って様々な方式を試している。

2000 年代前半までに日本の液晶産業の垂直統合は安定していた。この頃、シャープの AQUOS をはじめ、パネル生産技術と部品メーカーが揃っていた日本液晶テレビメーカー各社は製造からブランド、液晶テレビの販売まで 1 社の力で行った。しかし、2009 年以降生き残ったメーカーは業績を上げるため、当時の中国液晶メーカーや産能不足のテレビメーカーに液晶パネルを販売する "Open Cell" 方式が主流となって、パネル製造とブランドが分離されることになり、液晶産業における垂直統合が急速に減少した。この流れの中、現在のシャープの開発技術とブランドと Innolux の製造能力を持っている鴻海精密工業は 2 社の相乗効果によって、再び 1 社の力で製造からブランド販売の垂直統合を試している。鴻海精密工業の Innolux が 2017 年第二四半期から一部のシャープブランド液晶テレビを台湾の新しい生産ラインで現地生産することを公表した。特徴としては、今回 Innolux の投入した生産ラインの一部には鴻海精密工業が開発した全自動設備を導入し、組み立て工程はロボットで行っている。鴻海精密工業は液晶テレビの製造に力を入れるとともに無人工場の可能性を現在試している。

鴻海精密工業が企業買収を上手く利用し積極的に自社の競争力を強めてきた面もあり、産業面でも自社ならではの発展計画がある。シャープの事業再編が始まってから一年、液晶産業全体の発展はまた次の段階に向っている。鴻海精密工業自体もシャープも現在持っていない有機 EL の開発ではまだ目標を突破していないが、他の部材と企業の統合で既に成果を出している。

4. シャープのブランド統合とグローバル市場進出

シャープはサムスンや JDI との競争に敗れ、技術力を利益に結びつけられない状況に追い込まれていたが、鴻海精密工業による再建と販売ルートの確保によって再びグローバル展開しようとしている。ブランドの使用権を回収した後、シャープは 2017 年 7 月 "One SHARP" という 2019 年度に全社目標として売上高 3 兆 2,500 億円、営業利益 1,500 億円を目指す、2017 ~ 2019 年度の中期経営計画を公表した²⁰⁾。計画の確実な実現に向け、シャープは「8K エコシステム戦略推進室」と「AIoT (AI+IoT) 戦略推進室」の 2 つの戦略推進室を新設し、これからの業務内容を 8K 液晶パネルと IoT 事業を重点に行う方向を示した。「8K エコシステム」と「人に寄り添う IoT」は新生シャープの 2 本柱となっている。本節の前半は 2016 年夏以降、鴻海精密工業によるブランドの買戻しと成果をまとめ、後半はこれからのシャープの 8K 投資計画と IoT 事業発展方向について説明する。

(1) ブランドの使用権の回収と問題

技術後進国の電機メーカーの製造能力が下請けで強化されても、自社ブランドを立ち上げた後、歴史が浅いことで競争力が弱いという弱点がある。短時間でこの課題を乗り越えるため、一部の新興メーカーは企業買収や有名ブランドの利用権の提供を求めることによってより多くの顧客を得る手段を選んでいる。特に2000年代後半から成熟してきた中国家電メーカーは日本家電メーカーを中心に買収を行っている。白物家電の買収については、パナソニックが2年連続で7000億円以上の巨額赤字を出した末、2011年に²¹⁾傘下の三洋電機の伝統ある白物家電事業を中国の家電大手メーカーの海爾集団（ハイアール）に売却した事例や2016年に中国美的集団が40年間「TOSHIBA（東芝）」ブランドを使い、世界中で商売ができる権利を得た事例があった²²⁾。その中に、ブランド使用権だけの買収でシャープのテレビを世界に売り出そうとしている鴻海精密工業が、現在、直面している問題がある。

(2) 液晶テレビブランド統合計画

2014年以降「SHARP」ブランドは世界中に分散して、複数のメーカーに握られ、とても複雑な状況となっている。シャープは鴻海精密工業のイニシアティブで、2016年6月に発足した新経営体制の下、液晶テレビブランドを統合する方針を掲げた。シャープをグローバルブランドにすることを目指し、鴻海精密工業が欧米市場におけるAV事業を含め、様々な検討を行ってきたが、地域によってブランド利用権回収の進展が異なっている。

①ヨーロッパ業務の再開

2015年から、業績不振でシャープがヨーロッパのテレビ市場から撤退し、Universal Media Corporation / Slovakia/ s.r.o.（以下UMC）にシャープブランドを譲渡した。2016年12月鴻海精密工業の主導でシャープはスロバキアの中堅家電メーカー、UMC社の親会社Skytec Group Limited（以下Skytec）の株式の56.7%を約104億円で買収することによって欧州のテレビ事業に再参入した²³⁾。シャープは、ヨーロッパ市場においてシャープブランドの展開で2017年1月から業務提携を開始した。シャープはUMC社に液晶パネルなどの部材の供給も行っているため部品の販売ルートも確保されている。

②アジア業務と技術流出の課題

シャープのアジアへの進出は殆ど子会社の形で各国に投資を行ってきたので、中国、インド、台湾、シンガポール²⁴⁾の代理権回収は上手くいっている。台湾には、買収される前にシャープの液晶部品と業務を行うシャープ光電と、電機製品の販売を行う夏宝という子会社2社

があったが、鴻海精密工業がシャープブランドの統合を宣言した後、台湾子会社と本社の合併手続きを開始した。シャープのアジアでの課題は技術流出となっている。現在シャープの液晶技術を持っているのは韓国のサムスンと中国提携メーカーの熊貓光電である。鴻海精密工業に買収される前にシャープの連携対象であった南京中電熊貓に対し、鴻海精密工業は、これまで技術移転の利益を2社で共有するという手段を選んだ。生産能力が上がった南京中電熊貓が一時的に鴻海精密工業のライバルになったが、鴻海精密工業のシャープ買収によって両社の関係が変わり、現在南京中電熊貓がシャープにパネルを提供し始めている。

③アメリカ業務

ヨーロッパとアジアが順調な動きをみせる中、アメリカシャープはブランド使用権が回収不能の状態となっている。アメリカのシャープブランドを握っているのは中国の大手家電メーカー海信グループ（ハイセンス）である。同じ自社製品を世界に売り出そうとするハイセンスは2015年に2370億ドルでシャープのメキシコ液晶工場とブラジル以外、2020年まで全アメリカのシャープブランド使用権を買収した。現在、米国市場ではシャープブランドのテレビもハイセンスが販売を行っている。それでアメリカ大陸でメキシコ生産ラインしか持てなかった鴻海精密工業にとって、アメリカ進出が不利となってしまった。アメリカのテレビブランド奪還が現状では難航しているため、シャープは米国市場に自ら参入していく姿勢を示し、2018年から本土で新しいブランドを立ち上げることを2017年7月に宣言した²⁵⁾。

このように、鴻海精密工業自社もシャープも現在は有機ELの量産化はまだ成功していないが、企業の統合やブランドの再建で既にも成果を出している。

(3) 広州液晶パネルの意味と次世代テレビの発展

鴻海精密工業は世界戦略を再構築しており、日台連合でサムスンとの大型パネルの競争を再開している。テレビ市場の拡大を目指すシャープのテレビ向けに振り向けているが、現状では大阪府堺市のSDPは世界で唯一、8K技術に対応し、第8世代から第10世代のパネルが生産できる工場となっている。現行の4Kのテレビ製造でも韓国サムスン電子など競合他社に先行されてしまったので、鴻海精密工業は中国やアメリカに新世代パネル工場の建設案を作っている。

鴻海精密工業は新世代パネル製造の攻めに転じる決定打となったのは広州の新工場建設であった²⁶⁾。鴻海精密工業は2016年12月30日、中国の広州市政府と共同で世界最大級のパネル工場の新設を正式発表した。現在建設中の広州パネル工場はSDPより先進となり、世界最先端の「第10.5世代」となって、投資金額は1兆200

億円で、資金を双方で負担する形となっている²⁷⁾。広州の工場には世界最大のガラス基板を用いた(2,940mm × 3,370mm)の液晶パネルを生産する予定であり、現在大阪府堺市のSDPの堺工場の第10世代のサイズ(2,880mm × 3,130mm)を上回ることになる。広州を選んだ理由について、元々広州龍華地域には鴻海精密工業が中国で最初に建設した組み立て工場であり、いちばん規模が大きい工業エリアであったからである。当時まだ広州が工業地域を造成しておらず、鴻海精密工業は破格の値段で龍華工場の土地を買収した。現在、新しい華庭工場もでき、鴻海精密工業は広州で二つの工業エリアを持っている。このエリアは、資金面や産業規模と労働力を持っていることによって、内陸の重慶より液晶パネルの運送は便利で、関西、台湾との距離も近いなどのメリットを持っているので、鴻海精密工業の製造能力をより一層発揮できる地域となっている。

鴻海精密工業はフルハイビジョンの16倍の解像度を持つ次世代の8Kテレビの製造体制を構築することで、世界をリードする地位を取り戻すことを狙っている。この建設案によって鴻海精密工業は一部の投資者に技術流出の非難を受けたが、大型のガラス基板の製造によって韓国勢液晶メーカーに対抗する姿勢がはっきり見える。

(4) 鴻海精密工業のアメリカ液晶投資の計画

2017年7月26日、鴻海精密工業の郭と米トランプ大統領はホワイトハウスでウィスコンシン州の投資案を公表した²⁸⁾。そして記者会見でトランプ氏は「鴻海精密工業が最先端の液晶パネル工場の建設をはじめ、投資総額は約3.3兆円と1万3,000人の雇用につながる見通し」とメディアに伝えた。米製造業の国内回帰を目指すトランプが規制緩和で各製造業のアメリカへの投資を積極的に誘致しようとしている。アップルをはじめ、多くの企業から業務委託されている鴻海精密工業のアメリカ投資はトランプ大統領の「メイド・イン・USA」(MIU)政策に一致する。もっと重要なのは鴻海精密工業の投資案としてウィスコンシン州で建設するのは8Kパネル工場だけでなく、これから米国では計6州で、次世代通信規格5Gの関連産業の「生態系(エコシステム)」の礎となる事業も含めている²⁹⁾。

確かに、液晶産業をアメリカに移すには様々な困難がある。五大湖の水運の便および豊富な水資源に恵まれるウィスコンシン州に投資場所を選定しても、日本から離れているアメリカで液晶産業体系を構築できるであろうか。その時直面する課題は今までアジアを中心に行った技術移転での経験が通用しないことも考えられる。それでも今回の工場建設案によってアメリカで拠点を作ることをきっかけにアメリカ企業との接触で鴻海精密工業の更なる進化を遂げるのがCEOの郭の本願であろう。

2000年のiMacの生産受託がきっかけで本格化したこ

とでアップルと鴻海精密工業の関係は益々強化されている。これまで鴻海は品質基準を守り続け、大量の労働力とロボットを使って短期間で生産し、アップル製品の供与を確保するとともに利益を与えている。しかし、近年iPhoneの販売鈍化³⁰⁾と中国市場の縮小でこれまでの連携体制も少しずつ変わってきている。ハードウェア販売の限界を感じているアップルはメディア産業に進出し始めオリジナル番組制作や購入³¹⁾に本腰を入れながら鴻海精密以外の製造パートナーを探し始めた。例えば、2015年アップルは台湾の電子機器受託製造会社、緯創資通(ウイストロン)を選定し、インドでiPhoneの開発拠点を設置した。鴻海精密工業も危機を感じている。鴻海精密工業は2016年度に1991年の上場来初の減収になった。SDPの子会社化も原因の一つであったが、iPhoneの不振でアップルからの受注が減ったという理由もあった。自社勢力を拡大しようと鴻海精密工業は現在連携している日本や中国メーカーとの業務を行いながら新しい可能性を探している。世界戦略の見直しを迫られている鴻海精密工業は昨年買収したシャープの技術力を自社の突破口と期待している。自社の製造事業との繋がりを強化しながら、アップルの受託生産モデルからの脱却を目指し、自社製品のIoT化に巨額投資を行うことは大きな賭けにも見える。その裏には生産受託から脱皮したいという鴻海精密工業の期待もあるのであろう。

5. シャープ・鴻海精密工業連合による「新しい戦略的垂直統合のフレームワークへの進化」

鴻海精密工業の発展パターンは東芝やシャープなど半導体技術や液晶など高度な半導体技術を発展させてから電機製品製造を始めた日本電機メーカーとは逆の動きになっている。金型と製造部門の衰退にも拘わらず、製造専門メーカーが開発分野まで拡張できることは鴻海精密工業が現在世界に注目される一つの理由になっている。東アジアにおいて、電子製造業務の発展で事業内容をアップグレードしてきた事例にはサムスン電子もあるが、国家資源を使って80年代から計画的に日本メーカーと半導体産業と液晶産業分野の提携によって自社規模を拡大したサムスン電子とは異なり、100%民間企業の鴻海精密工業は政府から資金面も政策面のサポートも少なかった。

川上企業の統合は極めて難しいことである。特に技術力と効率が要求される電機産業に、ただ資金面の優位性だけで行った上位メーカーの買収は常に失敗を招いてきた。例えば2009年、中国メーカーによるパイオニアの液晶ブランド買収事例があった。その後パイオニアブランドの薄型テレビ、デジタルカメラ、スマートフォンなど中国市場でオリジナル商品をたくさん出したが、結局失敗した。名もなきメーカーが資金を出しただけでは

買収対象の事業への理解もなく、ただそのブランドの知名度を利用して、作った商品にブランドを付けるだけで売れるわけではない。ただのブランド狙いではなく、金型製造から高価値部品の生産、最終製品まで手掛けることで進化を図る鴻海精密工業は、これまで行ってきた水平分業から新しい垂直統合にモデルチェンジする戦略を行っている。これまでの一つの国一つのブランドで行われてきた垂直統合と違う点は、シャープの力を用いて鴻海精密工業は大阪の堺のシャープ本社、新竹科学パーク外部の竹南にある Innolux、広州龍華の電機製造工場を連結し、地域を超えて一貫生産する体制を築こうとしていることである。吸収合併一年半を経て、鴻海精密工業とシャープの液晶事業統合現状は以下となっている(表5)。

6. おわりに

本論文はシャープが変革できた要因と再建の手法を検討するとともに鴻海精密の特徴を洗いだした。2012年以降、日本液晶産業の発展方向が中小型に収束することによってこの産業の特徴が大きく変化している。しかし、このようなバランスが悪い企業構造はたいへん危険である。技術開発を中心に行っても、液晶メーカーとしては大型パネル、中小型パネルを同時に発展させるのではなく、モバイルディスプレイの高精細化だけしか追求しない JDI は他の液晶会社と同じ液晶業務を行う上で、大型液晶テレビ市場に進出していないので次期の 8K テレビがもたらす利益を享受できないかもしれない。そして、東アジア電機産業の競争と進化が常に激しいため開発能力を持つメーカーは同時に複数の技術を開発している。世界ブームが重なって製品の開発方向が変わる

のも普通となっているこの時代に電子メーカーとして単一発展方向だけではリスクが高過ぎる。

スマートフォン向けの小型液晶で世界一の高いシェアを占めても有機 EL のブームで一瞬に市場を失い、危機に陥る恐れがある³²⁾。国の発展と産業の進化に伴い人件費高騰と製造コスト問題は必ず生じる。社会構造の変化に経営方式を合わせて変えていくという考え方もあるが、一つの地域の発展はいつか限界が来る。グローバル化で地域の距離が近くなっている現在、産業の連合は単純な海外投資をするよりも時代の流れに合って、企業の新しい力になるかもしれない。まだ完全に具体化していないが、鴻海精密工業が現在液晶テレビを中心にシャープと連結して最終製品までの開発・製造を行う、垂直統合が現在良い方向に向っている。

グローバル分業体制が進むことによって電機産業勢力の変化は2012年以降さらに激しくなってきた。技術力と知名度がある日本メーカーを対象として資金面の優位性を持っている外国電子メーカーからの買収事例が増えている現在でも、シャープと鴻海精密工業のように製造からブランド販売まで緊密に繋がっている連携事例はあまりなかった。そして、現在世界電子産業の位置付けから見ると今回の結合は開発・技術優位性の日本メーカーと製造優位性台湾メーカーの代表例になるとも言えるであろう。

本研究の目的はさらに多様化した日台アライアンスに秘められている可能性を示すことであった。そして現在、鴻海精密工業の強固な販売網と有名な電子製造能力とシャープの技術力の相乗効果が期待されている。このような連携体制が成功できたら、日本と台湾の産業発展に、今後、新しい可能性を創り出すかもしれない。

表5 シャープ・鴻海精密工業連合の液晶事業統合

地域	メーカー / 所在地	大型パネル製造業務	テレビ製造業務	スマートフォン業務
日本	シャープ (大阪堺市)	亀山工場は日本国内向けのテレビ生産、新しい技術の開発。日本国内では現在最大の大型テレビの生産センター。	アクオスのヨーロッパ業務の再開。 新しいブランドでアメリカ進出することを検討中。	SHARP ブランドスマートフォンの日本国内展開。海外販売も開始。
日本	SDP (大阪堺市)	2017 年末まで全ての外部受託生産を終了。堺のシャープ本社向けにパネルを生産する。	なし。	なし。
台湾 中国	鴻海精密 (台北内湖) (広州龍華) (広州華庭) Innolux (苗栗竹南)	鴻海系の Innolux が大型パネル以外、中小型パネルも生産する。	一部アクオスブランド液晶テレビの製造。	iPhone と自社スマートフォンブランド INFOCUS の製造。

筆者作成

注

- ① CMO は鴻海精密工業に買収された後、すぐ会社名を変更しなかったが、以前と区別するため、2009年以降台湾のメディアはCMOのことを報道する時、通常「NEW CMO」を使っていた。
- ② 個人名義でSDPに投資した理由について、当時のSDPの赤字が続き、仮に巨額損失になったとしても鴻海精密工業の業績と株価に影響しない、あるいはシャープへの熱意を示すという二つの説がある。

参考文献

- 1) 張殿文 (2008) 『虎與狐』 天下文化
- 2) 安田峰俊 (2016) 『野心 - 郭台銘伝』 プレジデント社
- 3) 毎日新聞経済部編集 (2016) 『鴻海・郭台銘 - シャープの真実』 毎日新聞
- 4) 中田行彦 (2016) 『シャープ「企業敗戦」の深層』 イースト・プレス
- 5) 呉「提携からアライアンスまで」: 佐土井有里編著 (2017) 『日本・台湾産業連携とイノベーション』 創成社
- 6) 台湾経済日報 2010年3月4日付。
- 7) 華夏経緯網「友達参股龍飛過投審關 台湾首座海外8.5代將誕生」日付2011/6/27
<http://big5.huaxia.com/tslj/qycf/2011/06/2470039.html>
- 8) 日経テクノロジー ON LINE 「ついに Chimei (奇美) の名が消滅、群創光電」日付2012/11/01
<http://techon.nikkeibp.co.jp/article/NEWS/20121101/248791/?rt=nocnt>
- 9) 「テリー・ゴウ全てを語る」『週刊東洋経済』2014年6月21日号34ページ
- 10) シャープ株式会社2011年度決算概要 11ページ
http://www.sharp.co.jp/corporate/ir/library/financial/pdf/2012/1/1203_4pre.pdf
- 11) 「シャープ、中国のCECパナダと液晶パネルで提携を発表」日本経済新聞
日付2013/6/27付
https://www.nikkei.com/article/DGXNASFL270PJ_X20C13A600000/
- 12) 「シャープ、中国企業と液晶パネル工場を合弁運営 - 技術を供与」財経新聞
日付2013/6/27
- 13) 「黯然謝幕 - 全球第二大觸控面板廠 勝華科技從千億營收到破產 - 5年垮台的4大教訓」《遠見雜誌第351期》2015年9月號
https://www.gvm.com.tw/Boardcontent_29450.html
- 14) 「揺れたシャープ～鴻海傘下で再建へ」日経VDATA 日付2016/2/25
<https://vdata.nikkei.com/prj2/foxconn2016/>
- 15) 「鴻海・シャープ有機ELパネル工場、中国河南省で検討」日本経済新聞 日付2017/1/8 <http://www.nikkei.com/article/DGXLZO11450070X00C17A1TJC000/>
- 16) 「有機EL市場を左右するキヤノントッキ、蒸着装置を2倍に増産 - キヤノングループにユニットの生産を一部委託 -」日付2017年03月22日 <http://newswitch.jp/p/8391>
- 17) 「鴻海、シャープとの液晶合弁を子会社化 追加出資520億円」日付2016/12/29
http://www.nikkei.com/article/DGXLASFK29H0L_Z21C16A2000000/
- 18) 「パネル供給停止で賠償請求 - サムスン、シャープなどに」日本経済新聞 日付2017/1/20
http://www.nikkei.com/article/DGXLASDZ20H08_Q7A120C1TJC000/
- 19) 「鴻海・シャープ連合、液晶パネル合弁で約600億円の赤字 - どうなる中国、米国の新工場計画。シャープのテレビ拡大カギに」日刊工業新聞 日付2017/4/3
<http://newswitch.jp/p/8540>
- 20) 『2017-2019年度中期経営計画』シャープ株式会社 日付2017/5/26
www.sharp.co.jp/corporate/ir/event/policy_meeting/pdf/shar170526_1.pdf
- 21) 「三洋、ハイアールに白物家電売却 正式発表」日本経済新聞 日付2011/10/18
http://www.nikkei.com/article/DGXNASDD180GN_Y1A011C1000000/
- 22) 「東芝の白物家電、美的傘下で17年度に黒字化めざす」日本経済新聞 日付2016/8/8
http://www.nikkei.com/article/DGXLASDZ08HW2_Y6A800C1000000/
- 23) 「欧州のテレビ事業に再参入」毎日新聞 日付2016/12/22
<https://mainichi.jp/articles/20161223/k00/00m/020/048000c>
- 24) シャープ関係会社・海外 シャープ株式会社
<http://www.sharp.co.jp/corporate/info/outline/consolidated/oversea.html>
- 25) 「シャープ、「アクオス」使えず…新ブランドで北米テレビ事業再参入 - 2018年以降に販売」産経WEST 日付2017/7/24 <http://www.sankei.com/west/news/170724/wst1707240031-n1.html>
- 26) 「鴻海、中国・南京でスマホ工場 市政府と基本合意」日本経済新聞 日付2017/9/13

https://www.nikkei.com/article/DGXLASDX13H1B_T10C17A9FFE000/

- 27) 「鴻海・シャープ、最大級パネル新工場に1兆円 中国・広州に建設、正式発表」日本経済新聞 日付 2016/12/30
https://www.nikkei.com/article/DGXLASDZ30H2Q_Q6A231C1TJC000/
- 28) 「海が米に工場、1兆円投資へ、トランプ氏「偉大な日」」朝日新聞デジタル
日付 2017/7/27
<http://www.asahi.com/articles/ASK7W2CCKK7WUHBI002.html>
- 29) 「鴻海、米で巨額投資の賭け、TV生産、シャープと連携、アップル依存度下げ」
日本経済新聞朝刊日付 2017/8/3
http://www.nikkei.com/article/DGKKASDZ02I35_S7A800C1FFE000/
- 30) 「アップル、最新iPhone3割減産1-3月、部品メーカーに打撃」日本経済新聞朝刊 2016/1/6 付
http://www.nikkei.com/article/DGKKASDZ28HX4_V00C16A1MM8000/
- 31) 「Apple、AmazonやNetflixと勝負！10億ドル投じ独自番組の制作・購入」iPhone-mania 閲覧日期 2017/8/20
<http://iphone-mania.jp/news-178269/>
- 32) 「ジャパンディスプレイ、2018年3月期は1,700億円の特別損失計上へ」日本工場リサーチ 閲覧日期 2017/8/16
http://www.tsr-net.co.jp/news/analysis/20170816_01.html

Impacts on TFT LCD Industry after Acquisition of SHARP by Foxconn

By Wu Chia CHEN

Meijo Asian Research Center, Meijo University

Abstract

The development of Taiwan's TFT-LCD industry began in the 1990s and has grown rapidly. After 20 years of development, Taiwan's TFT-LCD industry is now one of the two core industries in Taiwan. It has been influenced by Japan from the beginning. Most know-how and technology came to Taiwan through technology transfer by Japanese manufacturers.

It has become stronger by relying on imports from facilities and raw materials from Japan. In 2016, Foxconn in Taiwan acquired SHARP, a well-established Japanese TFT-LCD manufacturer. Foxconn has been renowned worldwide for iPhone manufacturing since 2007.

Foxconn has been focusing on technological innovation and collaboration with other TFT-LCD makers since 2012, seeking further evolution. And with the acquisition of 2016 began to reform SHARP, now Foxconn is involved in not only upgrading technology but also developing new technology.

This study of SHARP, reconsider the target that Taiwan's manufacturing industry maker trying to positioning in this era. Also I would like to present a new cooperation system between Japan and Taiwan.

KEY WORDS : JAPAN-TAIWAN Alliance, TFT-LCD industry, SHARP, Foxconn, TFT LCD TV

研究ノート
Research Note



バンコク大都市圏における住宅開発と住宅デザインの居住者評価

The Characteristics of Housing Development and the Evaluation of Housing Design by Residents in Bangkok Metropolitan Region

海道清信ⁱ・サストラ・スリハブハクⁱⁱ・福島茂ⁱ・高井宏之ⁱⁱⁱ・松行美帆子^{iv}

Kiyonobu Kaido, Sastra SRIHABHAK, Shigeru FUKUSHIMA, Hiroaki TAKAI and Mihoko Matsuyuki

ⁱ 名城大学都市情報学部, Faculty of Urban Science, Meijo University

ⁱⁱ 名城大学大学院都市情報学研究科・ラジャマンガラ工科大学プラナコン校建築・デザイン学科, Graduate School of Urban Science, Meijo University Lecturer, Faculty of Architecture and Design, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

ⁱⁱⁱ 名城大学理工学部, Faculty of Science and Technology, Meijo University

^{iv} 横浜国立大学大学院都市イノベーション研究院, Institute of Urban Innovation Yokohama National University

キーワード: バンコク大都市圏 BMR, 住宅市場, 住宅タイプ, 住宅開発プロジェクト, 住宅平面計画, ハウジングチェーン, 住宅選択

Key Words: Bangkok Metropolitan Region, Housing Market, Housing Types, housing Projects, Housing Design, Housing Chain, Selection of House

1. はじめに—研究経緯と本論の位置づけ

従来,本研究の共著者である,福島および松行はバンコクにおける住宅市場の特性に関して,また高井もアジアにおける高層集合住宅の共用施設を中心に調査研究を進めてきたが,本研究はバンコクで新規に開発されている住宅開発の特性と住宅デザインに対する評価を明らかにするために,2014年~17年に,バンコク大都市圏における住宅市場,住宅開発プロジェクト,新規開発された住宅の平面計画などの解析と居住者アンケート,インタビューなどの成果をまとめたものである。

本研究ノートは,名城大学の研究助成(平成28年度アジア研究公募型プロジェクト「バンコクの都市発展過程における居住地と住宅型の特性—地域階層性に着目して—,The Characteristics of Residential Areas and Housing Types in Urbanizing Process of Bangkok focusing on the Classification」)を得て研究体制を確立し,参考文献に掲載した3本の査読論文(海道他・2017,Sastra et.al2017,高井他・2017)の要旨をまとめたものである。

2. 研究の背景

タイの人口は,1950年の約2071万人から2010年には6670万人へと3倍以上に増大した。この間にタイ全土では都市に居住する人口も増加した(図1)。特に,首都バンコク Bangkok の人口は,この間に140万人から830万人へと約6倍に増大し,全国人口に占める比率も6.8%から12.4%へと拡大した。バンコクでは,1960年代初めか

ら,計画的な都市開発によって多層階のアパートが建設され,また完成した住宅の分譲方式による供給も始まった。

本研究は,主として民間によって開発されている新規分譲住宅を分析対象とする。タイにおける公共セクターによる住宅ストック割合は全国で3.5%,バンコクと周辺地域である Vicinity (ビシニティ)では12.0%である(2010年)。今日でもバンコク都市圏では多くの住宅が建設され続け,住宅建設会社間の競争も激しい。都市化が進むバンコクでは,便利な地域に立地する狭い住宅に居住する新たなライフスタイルを持つ若年層が多く見られる。一方で,狭小な面積の分譲住宅は,居住者にとってはさまざまな問題や不満を生み出していると考えられる。そうした問題や不満を,適切な住宅デザインによってある程度緩和することも可能だと考えられる。

慢性的な交通渋滞が激しかったバンコクでは,鉄道系の大量輸送機関が1999年から,急速に整備されてきた。市街地の高架を走るBTS(スカイトレイン,1999年12月開業),MRT(地下鉄,2004年7月開業),空港と都心を結ぶARL(エアポートリンク,2010年8月開業)によって,4路線,80駅が開設されている(2016年9月)。さらに,鉄道路線延長約100km(2015年)から,2019年237km,2032年515kmに延伸する計画が策定されている。鉄道系公共交通網の整備によって,交通渋滞は大幅に緩和されただけでなく,交通アクセスの変化によって住宅市場や人々の住宅選択,ライフスタイルも大きく変化した(Matsuyuki 2013, Sanit et.al 2012)。

一般に,住宅市場には階層性と地域性が見られる。住宅市場の階層性は住宅を求める人々の社会的,経済的階

層性と強く関連性を持っている。さらに、バンコク大都市圏では、人々のライフスタイルと都市構造・都市機能配置もまた、住宅市場に強い影響を与える。

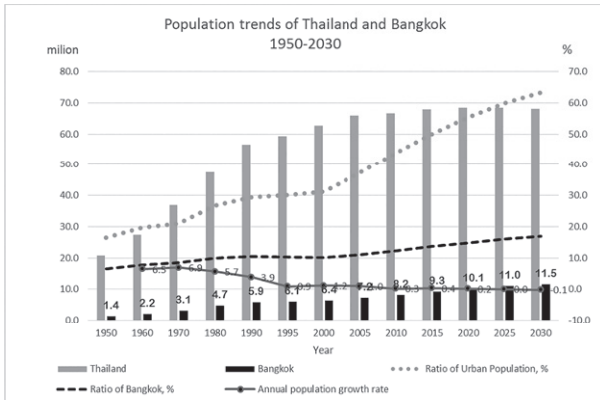


図1 タイとバンコクの人口推移と予測 1950-2030
Fig1. Population trends of Thailand and Bangkok 1950-2030

3. 研究目的と研究方法

本研究は、バンコクの住宅市場に関わる各種文献・統計データと居住者アンケートの結果を用いて、人口増加に伴って急速に都市化が進むバンコク都市圏における住宅市場の特性を、新規分譲住宅に焦点を当てて明らかにしようとするものである。

本研究では主に次の3つをテーマとしている。

- 1) 急速に都市化が進むバンコク都市圏における住宅市場の特性を、統計データを用いて、住宅タイプ、地域別の立地特性を、時間軸と空間軸で考察する。
- 2) 最近5年間で、バンコク都市圏で新規開発された分譲住宅の入居者に対するアンケート調査によって、戸建て、タウンハウス、コンドミニアムの3つの住宅タイプ別の入居者特性と住み替え実態を解析する。
- 3) バンコク大都市圏で新規に開発されたコンドミニウムについて、規模、機能、共益施設などの計画特性と住宅平面計画の特性を解析して、日本との違いや特性に影響を与えている要因を考察する。

4. バンコク大都市圏における住宅タイプと地域区分

バンコクにおける新規分譲住宅市場の解析に当たって、典型的な住宅タイプを3つに分けて考察する。図2にそれらを示す。ただし、ツインハウスは供給戸数が少ないこと、住宅規模や質が類似しているため、戸建て住宅にまとめて分析する。

バンコク大都市圏の住宅ストックは、コンドミニウム9.3%、アパート22.0%、合計31.3%である。タウンハウス14.9%、類似のタイプであるローハウス19.3%、合計34.2%で、この2つを合わせた集合住宅合計で65.6%となり、戸建て住宅30.2%の2倍の世帯が集合住宅に居住している。バンコクを除くタイの地方全体では、戸建て住宅が79.2%とバンコクとは住宅形式が大きく異なる(2010年センサスデータ、世帯数による割合)



Detached house 戸建て住宅 (左上), Twin house ツインハウス(右上), Townhouse タウンハウス(左下), Condominium コンドミニウム (右下)
図2 バンコク大都市圏における民間による住宅供給タイプ
Fig. 2 Types of private sector residences by in the BMR
出典：文献2)

バンコク大都市圏は、バンコクと周辺地域(ビシニティ)に区分される東西約110km、南北約80kmのほぼ横長の長方形の範囲である。バンコクは、東西約70km、南北は約60km、面積1570km²である。バンコクは、中央部を流れるチャオプラヤ川を挟んで東西に分けられ、中心からの距離関係で、中央、ミドル、郊外に3区分できる。分析に当たっては、次の6つの地区区分を用いる：中央東 East Central Area, 中央西 West Central Area, ミドル東 East Middle Area, ミドル西 West Middle Area, 郊外東 East Suburban Area, 郊外西 West Suburban Area。また、バンコクを取り巻く地域は5つに分けられ、反時計回りにサム・プラカン Samut Prakan, パスン・タニ Pathum Thani, ノン・タブリ Nontha Buri, ナコン・パソム Nakhon Pathom, サム・サコン Samut Sakhon である。地域区分は図3に示す。

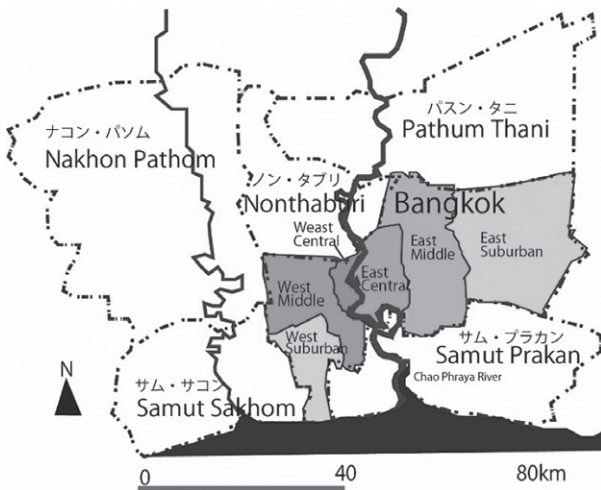


図3 バンコク大都市圏と周辺の地域区分
Fig.3 Districts of Bangkok Metropolitan Area
出典：文献1)

5. 研究結果

(1) 住宅立地と地域特性

1997～2014年のバンコク大都市圏における住宅統計データと各種文献を用いて、住宅市場の変化を住宅タイプと立地特性に着目して分析した。

・バンコク大都市圏は中心部のバンコクと周辺部の5郡（ビシニティ）、バンコクの市街地空間は中央—ミドル—郊外の同心円状構造と東—西の帯状に分けて住宅タイプ別の住宅建設の推移を解析し、それぞれの特性と変化を把握することができた。近年の市街地拡大は主にミドル地域、方面別では東方向の開発が中心となっている。その背景としては、交通基盤の整備、法的規制、自然的要素などが考えられる。

・バンコクの新規住宅建設に影響を与える基本的要因として、経済状況、政治状況と政策、都市内公共交通、特に鉄道の建設によって、理解することができる。1997年から2014年の18年間の新規建設・新規登録住宅の特性は、4つに時代区分—不況期、回復期、安定期、活発・不安定期—できる。各時期では、経済的変化を軸として、不況からの回復のために住宅建設を位置づけ、政府がその時々で財政金融的対策に加えて、都市貧困層に対する直接的住宅供給や資金的支援なども促進してきた（図4）。

・バンコク大都市圏における新規住宅建設の特性を、住宅タイプ、価格分布および地域的特性で明らかにすることができた。また、コンドミニアムの建設は、投機的投資的な特性も持つことから経済政策、政府の住宅政策に特に強く影響されていることがわかった。

(2) ハウジングチェーンと住宅選択要素

バンコク大都市圏は経済発展により拡大して、従来の都市圏を越えて市街地が広がっている。バンコク大都市圏の住宅開発は、1990年代後半のアジア経済危機のあと大きな変貌を遂げてきた。特にサービス産業の発展により、オフィスやサービス産業の職場は都心部に大きな集積を形成している。バンコクには高学歴の若い労働者が集中し、これまでは見られない住宅需要が見られるようになってきた。また、彼らのライフスタイルに対応して、新たなタイプの住宅立地や住宅デザインが見られるようになってきた。こうした傾向は、近年急速に発展してきた軌道系の公共交通と関連して、鉄道沿線にコンドミニウムなど、従来見られなかった新しいタイプの住宅開発が活発になってきた。

本研究は、バンコク大都市圏で、近年増加してきた住宅タイプである、戸建て、タウンハウス、コンドミニウムを対象として取り上げる。これらは、主として、民間デベロッパーによって開発供給されている。この3つのタイプの特性とその違いを明らかにすることを、第一の目的としている。次に、こうした住宅に入居している住民がどのような要素を重視して、住宅選択したのかという選択要素を明らかにする。さらに、住宅選択行動あるいは住み替え行動を通じて見られるパターンを、ハウジングチェーンとして定義して、その特徴を明らかにする。

調査対象のプロジェクトは、価格や立地場所などから典型例として選定した14プロジェクトである。プロジェクト入居者に対してアンケート調査を行い、約250件を回収することができた。合わせて、入居者に対するインタビュー調査も実施した。

調査の結果、主として2つの典型的なハウジングチェーンを見いだすことができた。一つは伝統的な家族をベースとしたもので、賃貸住宅や親の住宅から、持ち家のコンドミニウム、タウンハウス、戸建て住宅に転居するものである（図5はコンドミニウムの場合のハウジングチェーンを示す）。タウンハウスと戸建て住宅のどちらを選択するかは、選択する主体の主として経済的、通勤条件などの要素が影響を与えている。もう一つは、新しい居住スタイルに基づいた住宅選択行動である。その中には、コンドミニウムをハウジングチェーンの最終的な定住形式として評価している入居者のタイプがある。これらは、たとえば、DINKS（子供のいない共働き夫婦）を典型としたライフスタイルに基づいた選択行動である。さらに、LGBT（性的少数者）など単身世帯が好むライフスタイルに基づいた住宅選択行動も見いだされる。こうした特徴的なハウジングチェーンのタイプは、今後の住宅政策にも活かされるべきものと考えられる。

(3) 新規供給分譲住宅の計画特性解析

2010～2014年に新規に販売・登録されたバンコク大

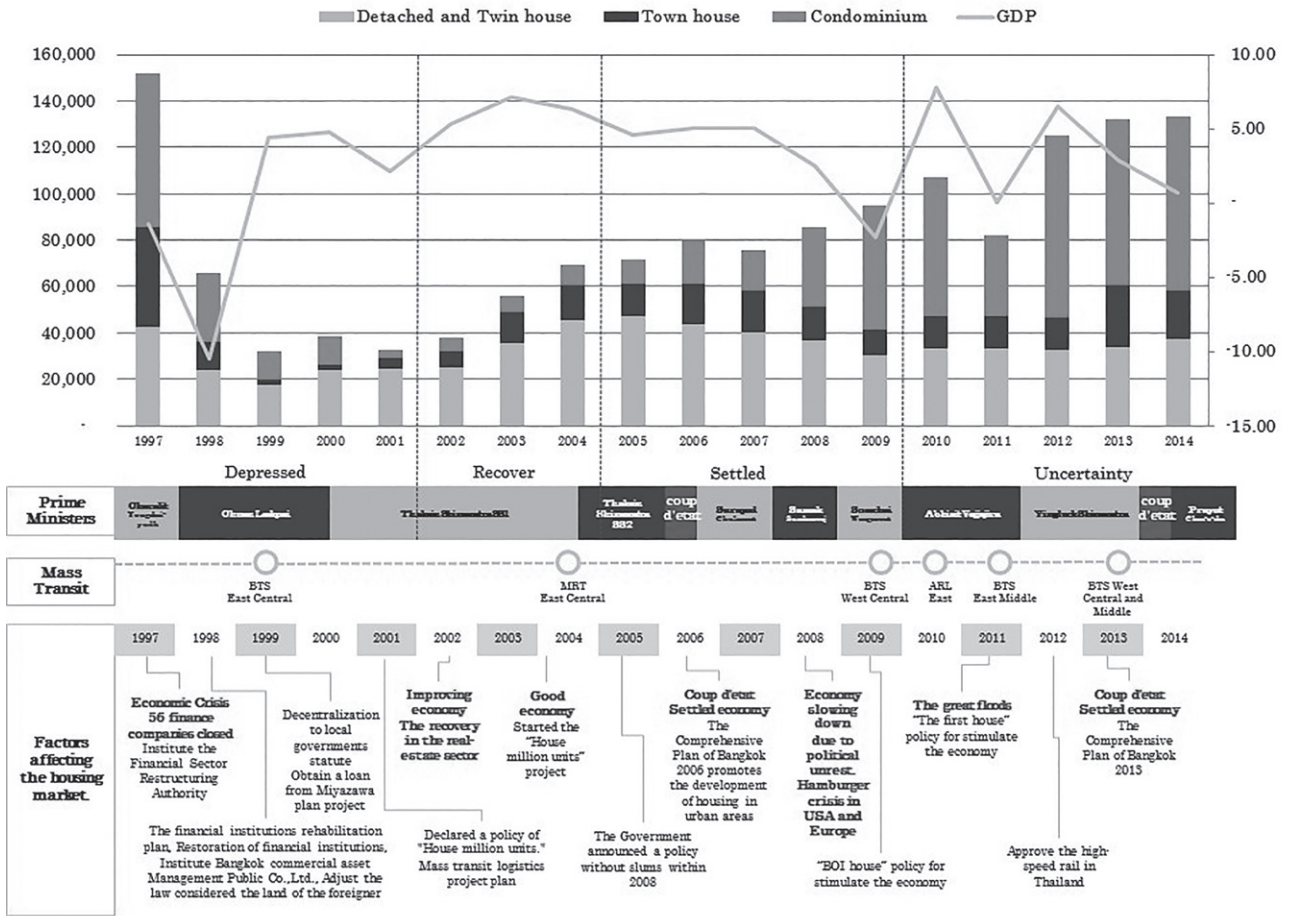


図4 バンコクにおける住宅タイプ別建設戸数の推移と影響要因の考察

Fig.4 The transition of the number of newly completed and registered housing units by housing type and the considered factors that affected it in Bangkok

資料：筆者作成、 出典：文献1)

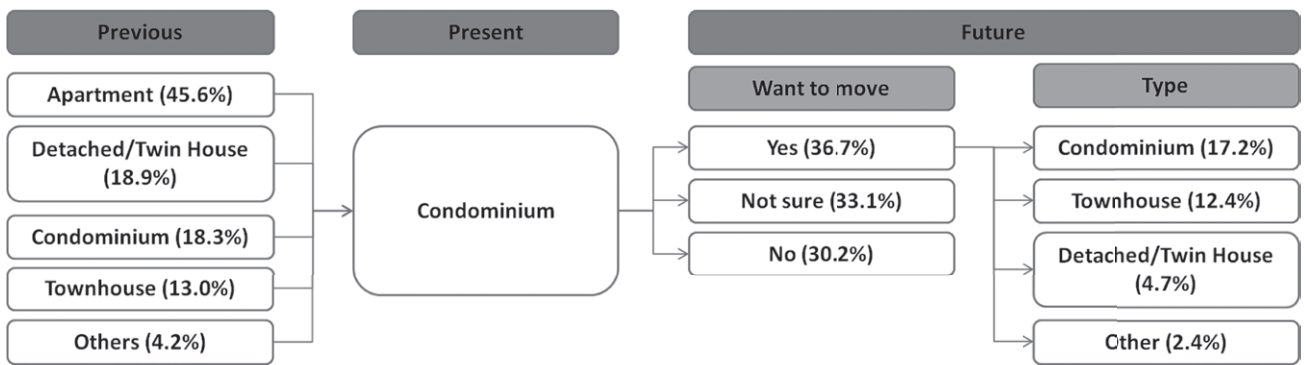


図5 コンドミニアム居住者のハウジングチェーンのタイプ

Fig.5 Housing chain type of condominium residents

Source: authors 出典：文献2)

都市圏の分譲集合住宅を対象に、地域別の住宅供給特性、開発規模などによる立地特性、価格帯などを解析した。次にコンドミニウムに焦点を当て、平面計画などのデータを収集し計画特性を解析した。

その結果、以下のことが明らかとなった。

・住棟タイプはアジアではシンガポールと類似して、基壇部分がなく非住宅はほとんどみられない。基準階は中廊下型が多い。

・住宅平面は、40-60㎡は2ベッドルームが多く、20-30㎡はスタジオ型あるいは1ベッドルームで、都心オフィス勤務の比較的高学歴高所得階層が多い。超高層住宅については、住戸タイプの配分には大きな立地上の差異は見られなかった。

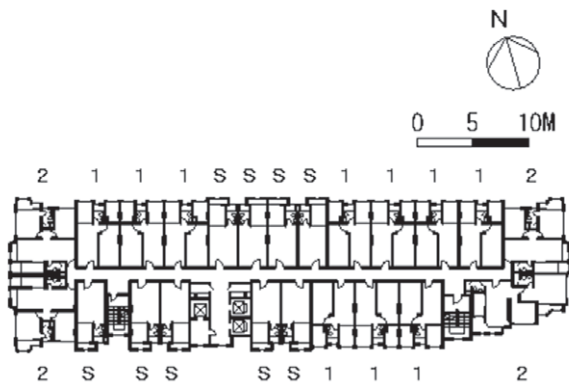


図6 基準階平面の例（中廊下型）

Fig.6 The case of Standard Floor Plan- center corridor type

出典：文献3

・住戸平面デザインはキッチンの配置の違いに特徴が見られる。3タイプに分かれ、A 玄関横型、B 独立型・内部配置、C 独立型・バルコニー隣接で、A,C,Bの順で出現頻度が高い。また、床面積に占める収納面積率は日本と比べて少なく、スタジオ：1%、それ以外：3～6%などである。これらは、四季の変化に乏しいといった季節性やものをあまり持たないというライフスタイルを反映していると考えられる。

・コンドミニウムの共用施設としては、プールとフィットネススタジオの保有率が高く、20階建て以上で、それぞれ96.6%、98.3%となっている。日本と比べてこれらの設置率はきわめて高く、年間を通じて高い気温が要因の一つと考えられる。一方、集会室・多目的室やパーティールームの設置率が低く、居住者間のコミュニティ活動があまり行われていないのではないかと、推測される。

6. まとめ・今後の展望

以上の研究成果は、2015、16年度のバンコク大都市圏における開発プロジェクト現地訪問・開発会社インタビュー、住民アンケート調査・インタビュー、既存統計・インターネットホームページなどから取得した開発プロジェクトデータ解析によって、進めてきた。タイの伝統的な住宅市場とは大きく異なるバンコク大都市圏の状況が明らかになってきた。2017年度はタウンハウスプロジェクトを対象に現地調査、住民アンケート調査を行い、現在とりまとめ中である。また、これまでの成果を踏まえて、本研究のねらいである住宅デザイン、特に平面計画に対する、居住者の満足や不満に対応したデザインの考え方の提案を作成することとしている。

また、タウンハウス調査から見えつつある、バンコク市民の嗜好性、特に食生活、就業スタイル、伝統的な家族関係の都市化による変容と継承などと、交通アクセス、施設立地、土地利用などの都市構造が大きく関連していると推測される。本調査成果を踏まえて、供給側である設計者・建築家に対する調査と、バンコク市民のいわゆる新中間層などに対するライフスタイル調査へと発展させていきたい。

謝辞：本研究は、平成28年度アジア研究公募型プロジェクトの研究助成金によって実施しました。ここに深く感謝いたします。

参考文献（本研究ノートの基となっている論文）

- 1) 海道清信・サストラ・スリハブハク・福島茂・高井宏之・松行美帆子（2017）「都市化過程のバンコクにおける住宅開発の特性－住宅タイプと立地に着目して」『都市情報学研究』第22号、p.3-20、査読有り。
- 2) Sastra Srihabhak, Kiyonobu Kaido, Shigeru Fukushima, Hiroyuki Takai（サストラ・スリハブハク、海道清信、福島茂、高井宏之）Housing Chain and factors affecting selection of housing in the Bangkok Metropolitan Region（バンコク大都市圏におけるハウジングチェーンと住宅選択に与える要素）Fifth International Urban Design Conference, Cities, People and Places “Urbanization Futures” Proceedings, p.22-42, Department of Architecture University of Moratuwa, Sri Lanka（第5回国際都市デザイン会議論文報告集：都市、人々、場所－都市化の未来）モラツバ大学建築学部、p.22-42、2017年10月。査読有り。
- 3) 高井宏之、サストラ・スリハブハク、海道清信、福島茂、岡本和輝「近年のバンコクにおける分譲集合住宅の計画特性」。日本建築学会第12回住宅系研究報告会（2017）論文集12、2017年12月。査読有り。

書評

Book Review

Sir Harry Parkes British Representative in Japan 1865-83

Gordon Daniels
Japan Library (1996)
ISBN: 1-8734-1036-0
239 pages

One of the first consequences of Japan's opening to the West following the arrival of Commodore Perry's fleet in 1853 was the start of trade and diplomacy with the outside world. With the beginnings of international relations came diplomats, consuls and ambassadors from other nations to Japan, firstly America, Britain, France, Holland and Russia but later other nations quickly followed.

One of the most famous of these early envoys is Townsend Harris, the first US Consul General to Japan, after whom the 1858 Treaty of Amity and Commerce, or "Harris Treaty" securing trade and opening up various "treaty ports" to foreign commerce was known.

Less well known is Harry Parkes, who succeeded Rutherford Alcock, to become Britain's Consul General in 1865. Gordon Daniels' book *Sir Harry Parkes British Representative in Japan 1865-83* analyses Parkes' performance as envoy and his contribution to Anglo-Japanese relations. Parkes' place in history rather suffers due to the greater legacy and fame enjoyed by two of his subordinates: Ernest Satow and A. B. Mitford (later Lord Redesdale), two younger men with a greater affection for Japan than their boss.

Orphaned at a young age, Parkes was brought up by his uncle, a former naval officer, and educated at grammar school, before leaving for China to join his elder sisters at the tender age of just 13. Incredibly just a year later Parkes was taken in as a trainee interpreter with the British diplomatic corps in China. Parkes was now to spend the vast majority of the rest of his life in East Asia. Firstly in China, then Japan, a brief stay in Korea, before returning to China before he died of malaria in Beijing in 1885.

Parkes' upbringing, formal education (or lack of it, he possessed little intellectual sophistication) and his early experiences of British dominance and power in China was to shape his world view and his later dealings with the Japanese authorities. Parkes could be described as an "old school" believer in the British Empire and its ideals. The West was the fount of Enlightenment and

"Orientals" should be taught by treaties and disciplined, if necessary, by force.

The Japan Parkes first experienced when he arrived in Yokohama must have held some similarities to the situation in China he had just departed. Confusion and civil strife were paramount as the Tokugawa shogunate and its many enemies at the Imperial Court in Kyoto and among the provincial daimyo jostled for power.

Some historians claim that Parkes was a supporter of the Choshu and Satsuma rebels against the Tokugawa but this is not borne out by Daniels in his book. Parkes was more interested in the preservation of order and security so that British traders could prosper and the growing foreign populations in the treaty ports could live in safety. This view of British support for Satsuma and Choshu comes, mainly, from the writings of Satow and Redesdale, published long after the events, when the "ardent revolutionaries of the 1860s had become revered as the elder statesmen and founding fathers of the new Japan."

Parkes was at his best and most decisive in the dying days of the old regime. Western envoys had to retreat to Kobe after a meeting with the defeated shogun Yoshinobu in Osaka in January 1868. Parkes organized the defense of the foreign enclave as it came under fire from Bizen samurai.

Following the cessation of hostilities and the establishment of the new Meiji government, Parkes was to spend a further 15, rather more mundane, years in Japan. Years filled with diplomatic dealings not just with the new Japanese government but also the other western powers in Japan.

Parkes was present at a number of important moments in Japan's modernization during the early Meiji Period such as the opening of the mint in Osaka and the establishment of the Japanese Post Office. His firm support of free trade and economic growth made him a firm supporter of both projects.

However, it cannot be claimed that Parkes was popular among the Japanese ministers and officials he had

dealings with. Parkes' often aggressive and bullying tactics and his condescending and patronizing attitudes often offended Japanese pride and sensibilities. At his worst, Parkes was haughty and superior in his dealings with Japanese officials.

After years of trying to win more freedoms for westerners to travel and trade wider in the country, of resisting Japanese efforts to end extraterritoriality and to increasing trade between Britain and Japan, Parkes was promoted and left the country for Korea in 1883.

Though not always remembered in Japan with particular affection, some of Parkes' advice to his hosts still rings true. He urged the Japanese to "lay aside their peculiar martial characteristics and become industrial and commercial instead." Parkes envisaged a Japan that it later became: substantially middle-class, commercial and peaceful.

**「名城アジア研究」
投稿規則**

Meijo Asian Research Journal
Contribution Rules

「名城アジア研究」投稿規則

1. 投稿資格

投稿資格は、名城大学アジア研究センター（以下アジア研究センター）の所員および研究員、または所員の推薦を受けた者とする。

2. 投稿原稿の種類

投稿原稿はアジア研究センターの目的に即したテーマで、研究論文（招待論文、投稿学術論文）、研究ノート、書評、その他の種類とする。投稿学術論文は所定の査読審査を経て採用された論文が掲載される。

3. 使用言語

使用言語は、和文または英文とする。

4. 執筆要領

原稿の書き方については、「名城アジア研究」執筆要領に従うものとする。

5. 提出先

原稿の提出先はアジア研究センターとする。そこで受理した日を原稿の受付日とする。

6. 提出期限

その年度により定める。

7. 提出方法

「名城アジア研究」の原稿を提出される際は、下記のようにお願いします。

(1) アジア研究センター投稿提出票

(2) 執筆原稿提出部数

原稿1部（レイアウト見本用）。また、投稿学術論文の場合は査読用として、コピー2部もご提出ください。

(3) 執筆者が入力した原稿全体のWordデータファイル

8. 採否

投稿された学術論文の採否は、アジア研究センター編集委員または編集委員が委嘱した査読者の最低2名の審査に基づき、アジア研究センター編集委員会が決定し、ただちに投稿者に通知する。編集委員会は投稿者に査読者の推薦を求めることができる。また、すべての投稿原稿について、編集委員会は投稿者に原稿の修正を求めることができる。また、原稿は採否にかかわらず返却しない。

9. 校正

投稿原稿の執筆者による校正は、原則として初校のみとする。

10. 原稿の責任と権利

掲載された論文等の内容についての責任は一切著者が負うものとする。また、その著作権は著者に属する。編集出版権はアジア研究センターに属する。

Meijo Asian Research Journal — Contribution Rules

1. Qualifications of contributors

Contributors should be members or research fellows of the Meijo Asian Research Center, Meijo University (hereinafter referred to as “MARC”), or researchers recommended by MARC members.

2. Acceptable types of articles

Types of articles include research papers (invited papers, papers submitted for publication), short notes, review and other articles on topics that are in line with the objectives of MARC. The journal will publish papers submitted for publication that have been accepted after undergoing the prescribed review process.

3. Acceptable languages

Manuscripts should be written in either Japanese or English.

4. Writing instructions

Manuscripts should meet the requirements specified by the “Journal of the Meijo Asian Research Center — Instructions to Authors”

5. Where to submit

Manuscripts should be submitted to MARC. The date MARC receives the manuscript will be considered the date of receipt.

6. Submission deadline

Varies according to the academic year

7. Method of submission

Authors are requested to submit the following items:

(1) MARC manuscript submission form

(2) Hard copy of the manuscript

One hard copy of the manuscript should be submitted (for a sample layout). For papers submitted for publication, two printed copies of the manuscript should also be submitted for the peer review process.

(3) CD-R/RW, floppy disk or other medium containing the entire manuscript in Microsoft Word format

* Submission on a CD-R/RW is recommended.

8. Acceptance/Rejection

Acceptance or rejection of submitted papers will be determined by the MARC Editorial Board after peer review by at least two reviewers comprising journal editors and/or expert(s) commissioned by the journal editor(s). Upon their decision, the result will be notified to the authors. The Editorial Board may request authors to recommend experts as possible reviewers of their papers. For all submissions, the Editorial Board may request authors to make corrections to their manuscripts. Whether accepted or rejected, manuscripts will not be returned to the authors.

9. Proofreading

In principle, authors will read only the first proofs of their manuscripts.

10. Responsibility and rights to manuscripts

Authors shall bear all responsibility for the contents of their papers, articles, or the like published in the journal. The copyrights to such published manuscripts shall belong to the authors. MARC shall reserve editing and publishing rights.

● 名城大学アジア研究センター紀要編集委員

委員長 佐土井 有里 (経済学部)

委員 長谷川 乃理 (法学部)

澤田 貴之 (経営学部)

長澤 崇雄 (理工学部)

近藤 歩 (農学部)

湯川 和典 (薬学部)

雑賀 憲彦 (都市情報学部)

津村 文彦 (外国語学部)



● 名城大学アジア研究センター

発行日 / 2018年3月31日

編集・発行 / 名城大学アジア研究センター

〒468-8502 愛知県天白区塩釜口1-501

TEL:052-838-2529 FAX:052-832-1410

ホームページアドレス : <http://marc.meijo-u.ac.jp/>

Editorial board, Meijo Asian Research Journal

Yuri SADOI (Faculty of Economics)

Nori HASEGAWA (Faculty of Law)

Takayuki SAWADA (Faculty of Business Management)

Takao NAGASAWA (Faculty of Science and Technology)

Ayumu KONDO (Faculty of Agriculture)

Kazunori YUKAWA (Faculty of Pharmacy)

Norihiko SAIGA (Faculty of Urban Science)

Fumihiko TSUMURA (Faculty of Foreign Studies)

Meijo Asian Research Center

Meijo University, JAPAN

Date of issue / March 31, 2018

Edit / Meijo Asian Research Center

1-501 Shiogamaguchi, Tempaku-ku, Nagoya 468-8502 JAPAN

TEL:+81-52-838-2529 FAX:+81-52-832-1410

<http://marc.meijo-u.ac.jp/>

MEIJO
ASIAN
RESEARCH
JOURNAL

2018.03

VOL.8 NO.1

名城大学

