# Energy Saving Measures and Rational Energy Consumption in Fishing Industry

**(FRA/SEAFDEC)**

# การวัดการประหยัดพลังงานและ การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมประมง

**(เพื่อประเทศไทย)**

January 2014

Southeast Asian Fisheries Development Center

## What is SEAFDEC?

The Southeast Asian Fisheries Development Center (SEAFDEC) is an autonomous intergovernmental body established as a regional treaty organization in 1967 to promote fisheries development in Southeast Asia.

## Objectives

SEAFDEC aims specifically to develop the fishery potential in the region through training, research and information services in order to improve the food supply by rational utilization of the fisheries resources in the region.

## Functions

To achieve its objectives, the Center has the following functions:

1. To offer training courses, and organize workshops and seminars in fishing technology, marine engineering , extension methodology, post-harvest technology, and aquaculture.
2. To conduct research on fishing gear technology, fishing ground survey, post-harvest technology and aquaculture, to examine problems related to the handling of fish at sea and quality control, and to undertake studies on the fishery resources in the region.
3. To facilitate the transfer of technology to the countries in the region and to provide information materials to the print and non-print media, including the publication of statistical bulletins and reports for the dissemination of survey, research and other data on fisheries and aquaculture.

## Membership

SEAFDEC membership is open to all Southeast Asian Countries. The Member Countries of SEAFDEC at present are Brunei Darussalam, Cambodia, Indonesia, Japan, Lao PDR, Malaysia, Myanmar, the Philippines, Singapore, Thailand, and Vietnam.

## SEAFDEC คือ

ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นองค์กรระหว่างประเทศที่ก่อตั้งขึ้นในปี 2510 เพื่อสนับสนุนการพัฒนาการประมงในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

## วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์หนังของศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SEAFDEC) เพื่อพัฒนาศักยภาพการทำประมงในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ผ่านกระบวนการฝึกอบรม วิจัยพัฒนาและบริการข้อมูลการสำรวจทางด้านประมงให้เกิดความมั่นคงทางอาหารและเพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ทรัพยากรสัตว์น้ำในภูมิภาคนี้อย่างสูงสุด

## หน้าที่

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กล่าวมาข้างต้น จึงได้กำหนดพันธกิจขององค์กรดังนี้

1. ทำการฝึกอบรม จัดประชุมเชิงปฏิบัติการและจัดสัมมนาทางด้านเทคโนโลยีการทำประมง วิศวกรรมประมง เทคโนโลยีสารสนเทศ เทคโนโลยีการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำ และเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยง
2. สนับสนุนการวิจัยพัฒนา ด้านเครื่องมือประมง ด้านการสำรวจทรัพยากรประมง ด้านการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำ และด้านการเพาะเลี้ยง เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดตั้งแต่การจับจนถึงการเก็บรักษาคุณภาพสัตว์น้ำให้ได้คุณภาพ และทำการศึกษาเก็บข้อมูลทรัพยากรสัตว์น้ำจากแหล่งต่างในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้
3. เพื่อสนับสนุนและถ่ายทอดความรู้ทางด้านประมงให้กับประเทศต่างๆในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และสนับสนุนการเผยแพร่ความรู้และข้อมูลผ่านสื่อในรูปแบบต่างๆ ทั้งในแบบเอกสารการเผยแพร่ หนังสือ รวมไปถึงรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น การเผยแพร่รายงานการสำรวจและข้อมูลการสำรวจประมงเชิงสถิติ รวมไปถึงเผยแพร่ข้อมูลการศึกษาวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทางประมงและการเพาะเลี้ยง เป็นต้น

## สมาชิกภาพ

ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงเปิดรับสมาชิกภาพให้กับทุกประเทศในภูมิภาพเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งในปัจจุบันศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีสมาชิกประกอบไปด้วย บรูไน กัมพูชา อินโดนีเซีย ญี่ปุ่น สปป. ลาว มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ สิงค์โปร ไทยและเวียตนาม

# SEAFDEC Regional Training Workshop on Optimizing Energy and Safety at Sea for Small-scale Fishing Vessels

**4 to 8 February 2013, Bangkok, Thailand**

**Organized by**

**Training Department (TD)**

**Southeast Asian Fisheries Development Center (SEAFDEC)**

# การประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่องการประหยัดพลังงานและความปลอดภัยทางทะเลสำหรับเรือประมงขนาดเล็กในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

**ระหว่างวันที่ 4 ถึง 8 กุมภาพันธ์ 2556 ที่กรุงเทพ ประเทศไทย**

**ดำเนินการจัดประชุมโดย**
**สำนักงานฝึกอบรม (TD)**
**ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SEAFDEC)**

**TRANSLATOR BY**

**Perapa Papasnuntapun**

**Freelance translator**

**The production of this publication is supported by the Japanese Trust Fund to SEAFDEC.**

แปลโดย

นางสาวพีรภาว์ ปภัสนันทพันธ์

นักแปลอิสระ

สนับสนุนการจัดพิมพ์โดยรัฐบาลญี่ปุ่นผ่านศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

# Energy saving measures and rational energy consumption in fishing industry

(Tentative translation by SEAFDEC)

March 18th, 2009

Research Committee of Saving Energy Technology
in Fishing Industry
Fisheries Research Agency, JAPAN

# ตัวชี้วัดการประหยัดพลังงานและเส้นทางการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมประมง

**(แปลโดยศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้)**

**มีนาคม 18, 2009**

**คณะกรรมการวิจัยเทคโนโลยีประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมประมง**

**ตัวแทนวิจัยประมงประเทศญี่ปุ่น**

## Introduction

The oil prices have soared worldwide over the year before last to last summer due to the rush for oil caused by economic development of emerging countries such as China and India, the political uncertainty of oil producing countries and the inflow of speculative money and the “Arabian light crude” which is index of crude in Asia including Japan, has set a record high of $139.72/barrel as of July 14th last year. Subsequently, the oil prices has dropped sharply with the world economy shrinking rapidly due to the financial crisis from the end of last year, and as of March 16th this year it priced $41.28 per barrel. However, considering the price trends over the past 30 years, the oil prices have still been high and it is expected that in the near future the demand for oil will go up due to the economic recovery. In addition to the aspects mentioned above, the price drop in crude will slow down the development of oilfield and another concern following this is the skyrocketing crude oil price. Steep rise in the price of crude oil has a grave impact on fishing industry. Above all, the cost of fuel in f capture fishery accounts for a large percentage of its cost, and due to the trends of consumers and the retail industries, it is not easy to pass the higher cost along to them. The percentage of fuel cost in the cost of production of the capture fishery accounted for 10-20 % until 2004, however in 2005 it accounted for over 20%, and this year at the fuel oil price peak, the percentage of fuel cost of deep-sea fishing, adjacent fishing of skipjack and tuna and squids-fishing fishing accounted for over 40%. Therefore, curbing consumption on fuel cost is a significant challenge from a business standpoint. Furthermore, it is necessary to revise the energy consumption structure of fishing industry, and also to make shift to energy saving industry which is not influenced by fuel price for the purpose of being able to respond to the future global environment problems and also to develop and maintain as a sustainable marine industry. Therefore, we “The Fisheries Research Agency “(hereinafter referred to as the “FRA”) have established the Research Committee of Saving Energy Technology in Fishing Industry (hereinafter referred to as the “Research Institute”) consisting of academic experts with a goal of considering the current condition of energy saving technology in the fishing industry including capture fishery and the desirable future direction of energy consumption. The Research Institute has formed 3 research groups “Rationalization of energy utilization”, “LED introduction propulsion research” and “proper temperature management setting of fishery products” and has studied issues regarding the current condition and utilization of research and development of energy saving technology. In addition to that, the institute has made pamphlets towards the fisheries which explain the specific technical content and also has begun the process of figuring out the amount of carbon dioxide emissions which will become a basis for the future fishery in our country to be able to utilize the energy reasonably and effectively. This report compiles proposals for future efforts towards energy saving in the fishing industry as well as the result of studies from each research group.

March 18th, 2009
Fisheries Energy Technology Research Institute
Chairperson Kiyoshi Inoue

**คำนำ**

ราคาน้ำมันทั่วโลกที่สูงขึ้นมากตลอดหลายปีตั้งแต่ก่อนฤดูร้อน มีสาเหตุมาจากการเร่งการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในประเทศที่เพิ่งเปิดประเทศใหม่ได้แก่ จีนและอินเดีย เพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจ นโยบายที่ไม่แน่นอนของประเทศผู้ผลิตน้ำมัน ความไม่แน่นอนของค่าเงิน ดัชนี Arabian light crude ซึ่งเป็นตัวชี้ของน้ำมันดิบในเอเชียรวมทั้งประเทศญี่ปุ่นได้บันทึกราคาน้ำมันดิบสูงสุดที่ $139.72 ต่อบาเรล ณ วันที่ 14 กรกฎาคม 2551 แต่หลังจากนั้นราคาน้ำมันดิบล่วงลงอย่างแรงจากภาวะเศรษฐกิจโลกที่หดตัวลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากวิกฤติการเงินเมื่อปลายปี 2551 ลงมาอยู่ที่ $41.28 บาเรลในวันที่ 16 มีนาคม 2552

อย่างไรก็ตามแนวโน้มราคาน้ำมันดิบที่ผ่านมาในรอบ 30 ปี มันยังคงอยู่ในระดับที่สูงและคาดว่าในอนาคตอันใกล้ความต้องการน้ำมันดิบจะเพิ่มสูงขึ้นตามเศรษฐกิจที่เข้าสู่ภาวะปกติ จากที่กล่าวมาข้างต้นราคาน้ำมันดิบที่ตกลงจะส่งผลให้การค้นหาแหล่งน้ำมันดิบใหม่ลดลงอันจนทำให้ราคาน้ำมันดิบจะพุ่งสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้มีผลกระทบอย่างรุนแรงต่ออุตสาหกรรมประมง ซึ่งต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่สูงที่สุดของค่าใช้จ่ายในการทำประมงทั้งหมด และเนื่องด้วยแนวโน้มความต้องการการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในภาคผู้บริโภคและภารอุตสาหกรรมที่สูงขึ้น มันจึงยากที่จะยอมรับราคาน้ำมันที่สูงขึ้นได้ เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการทำประมงอยู่ที่ประมาณ 10-20% จนถึงปี 2004 แต่ในปี 2005 ต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงได้เพิ่มขึ้นมากกว่า 20% และในปี 2009 ต้นทุนค่าน้ำมันได้สูงขึ้น เปอร์เซ็นต์ต้นทุนค่าน้ำมันของการทำประมงทะเลลึก การจับ skipjack ปลาทูนา และปลาหมึก มีค่าใช้จ่ายมากกว่า 40% ดังนั้นการควบคุมการใช้ต้นทุนน้ำมันเป็นความท้าทายที่สำคัญทางธุรกิจ ยิ่งไปกว่านั้น จำเป็นต้องปรับโครงสร้างการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมประมงที่มุ่งไปสู่อุตสาหรรมประหยัดพลังงานที่ไม่ได้รับผลกระทบจากราคาน้ำมันเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในอนาคตและการรักษาเสถียรภาพของอุตสาหกรรมทางทะเลให้คงอยู่ต่อไป

ดังนั้นพวกเรา “The Fisheries Research Agency” หรือ FRA ได้ตั้งคณะกรรมการวิจัยเทคโนโลยีประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรมประมง (เรียกว่า สถาบันวิจัย) ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาการเพื่อเป้าหมายในการกำหนดเทคโนโลยีประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมประมงประกอบด้วยการทำประมงและทิศทางการใช้พลังงานในอนาคต สถาบันวิจัยได้แบ่งการวิจัยออกเป็น 3 กลุ่ม

- การใช้พลังงานอย่างสมเหตุสมผล
- การวิจัยที่ส่งเสริมการใช้ LED
- การตั้งอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่เหมาะสมในสัตว์น้ำที่จับมาได้และการวิจัยเพื่อศึกษาปัญหาในสถานการณ์ปัจจุบัน รวมถึงการใช้ประโยชน์จากงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีประหยัดพลังงาน

รวมทั้งได้มีการทำจุลสารเกี่ยวกับการประมงที่อธิบายเนื้อหาทางเทคนิคอย่างชัดเจนและเริ่มกระบวนการคำนวณการกระจายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในการทำประมงของประเทศในอนาคต เพื่อให้ใช้พลังงานได้อย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพ

รายงานนี้ได้รวบรวมข้อเสนอสำหรับความพยายามในอนาคตต่อการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมประมงรวมทั้งผลของการศึกษาของกลุ่มวิจัยแต่ละกลุ่มวิจัยด้วย

มีนาคม 18, 2009

สถาบันการวิจัยเทคโนโลยีพลังงานด้านการประมง

ประธาน Kiyoshi Inoue

## I. Actual condition of energy consumption of fishing vessels

In the capture fishery, except for the gasoline used in outboard engine, most of the deep-sea and offshore fishing vessels use fuel oil A and as for coastal fishing vessels they use fuel oil A and light oil. In 2008 according to the study on global warming countermeasures in the field of agriculture, forestry and fisheries of the project to promote environment biomass (Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan), fuel consumption of the capture fishery in our country in 2005(except for gasoline, total amount of light oil and fuel oil A) is 2,160,000 kl-2,450, 000 kl. According to the annual statistics of resources and energy, the volume of sales of light oil in our country in 2005 was 42,180,000 kl, and that of fuel oil A was 35,000,000 kl. Therefore, fuel consumption of capture fishery accounts for 2.8%-3.2% of the total amount of the sales volume of fuel oil A and light oil.

Reflecting considerable reduction in the number of medium and large scale deep-sea and offshore fishing vessels, and fishery employees due to the aging of fishery employees and the downturn in the price of fish, fuel consumption of fishing vessels have continued to decrease every year. However, considering that the amount of gross domestic product in our country is 503,200,000,000,000 yen and the gross product of the fishing industry is 880,000,000,000 yen (the amount which is calculated on a product basis by economic calculation of Agriculture and Food related industry), therefore considering that the fishing industry accounts for only 0.17%, it can be said that the fishing industry is a fuel intensive-industry compared to other industries.

## II. Actual condition of energy saving technology by fishing vessels

1. Visualization fuel consumption

When considering about energy saving of fishing vessels, it is fundamental to first know the amount of fuel consumption of fishing vessels. Fishing vessels require complicated operational techniques for the purpose of fish haul and it is completely different from merchant vessels of which purpose is to simply carry products and people. For the reason that prime power inboard may vary greatly depending on the condition of the operation, the fuel consumption of main engine and auxiliary engine also undergo significant fluctuation. It is expected that the vessel operator will be aware of fuel cost and will make efforts to operate thinking about energy saving by setting fuel flow gauge in the main engine and the auxiliary engine and display the result in the bridge and machinery control room on a real time basis.

In general, fuel flow gauge is set between fuel tank inside engine room and engine for both the main engine and auxiliary engine. In most engines, the amount of fuel oil sent to the engine by a pump is more than the amount of actual consumption, therefore some amount of oil return to fuel tank, therefore it is necessary to measure the flow volume both in the entrance and the exit of engine and calculate the difference as fuel consumption. Some of medium and large scale fishing vessels have flow devices which measures the fuel which pumps up from bottom tank to service tank, there are almost no fishing vessels which can display how much fuel is consumed on a real time basis, when the vessel is in operation. At this moment, flow gauge and display system which are easy to install to fishing vessels are not available, it is

## I. สถานการณ์จริงของการใช้พลังงานบนเรือประมง

ในการทำประมงที่ไม่รวมเรือที่ใช้เครื่อง outboard น้ำมันเบนซิน เรือประมงทะเลน้ำลึกและเรือประมงจับปลานอกฝั่งใช้น้ำมันเกรด A และเรือประมงชายฝั่งใช้น้ำมันเกรด A ร่วมกับน้ำมัน light oil ปี 2008 มีการศึกษาผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนจากอุตสาหกรรมการเกษตร ป่าไม้ และการประมง ด้วยโครงการส่งเสริมชีวมวลที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (โดยกระทรวงเกษตร ป่าไม้และประมงของญี่ปุ่น) การใช้น้ำมันในการทำประมง ปี 2005 (ยกเว้น น้ำมันเบนซิน, ปริมาณการใช้รวมทั้งหมดของน้ำมัน light oil และน้ำมันเกรด A) อยู่ที่ 2,160,000 ถึง 2,450,000 กิโลลิตร ตามสถิติประจำปีของพลังงานและทรัพยากร ปริมาณการขายน้ำมันชนิด light oil ของประเทศญี่ปุ่นในปี 2005 อยู่ที่ 42,180,000 กิโลลิตร และน้ำมันเกรด A อยู่ที่ 35,000,000 กิโลลิตร ดังนั้นการใช้น้ำมันในการทำประมงจะอยู่ที่ 2.8% - 3.2% ของปริมาณรวมทั้งหมดการขายน้ำมันชนิด light oil และน้ำมันเกรด A

สะท้อนให้เห็นถึงการลดจำนวนเรือประมงลงอย่างมาก ทั้งเรือประมงน้ำลึกที่มีขนาดกลางและขนาดใหญ่ เรือประมงนอกฝั่ง แรงงานประมงที่มีอายุน้อยลง รวมถึงราคาปลาที่ลดลง ทำให้การใช้น้ำมันของเรือจับปลาลดลงอย่างต่อเนื่องทุกปี อย่างไรก็ดีจากการพิจารณาผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศญี่ปุ่นอยู่ที่ 503,200,000,000 เยน และผลิตภัณฑ์มวลรวมในภาคอุตสาหรรมประมงอยู่ที่ 880,000,000,000 เยน (คำนวณจากผลิตภัณฑ์พื้นฐานทางเศรษฐกิจเกี่ยวกับอุตสาหกรรมเกี่ยวกับอาหารและการเกษตร) อาจกล่าวได้ว่าอุตสาหกรรมประมงใช้น้ำมันเพียง 0.17% เท่านั้นเมื่อเทียบกับอุตสาหกรรมอื่นๆ

## II. สภาวะจริงของการใช้เทคโนโลยีประหยัดพลังงานบนเรือประมง

### 1. มุมมองการใช้พลังงาน

เมื่อพิจารณาการประหยัดพลังงานบนเรือประมง สิ่งแรกที่ต้องรู้คือจำนวนของการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงบนเรือประมง เรือประมงต้องใช้เทคนิคการทำงานที่ซับซ้อนเพื่อให้จับปลาได้มากๆ ซึ่งแตกต่างจากเรือพานิชย์อื่นๆที่มีจุดประสงค์เพียงเพื่อการบรรทุกสินค้าและบรรทุกคน เหตุผลที่ใช้เครื่องยนต์ที่มีกำลังมากอาจเป็นเพราะลักษณะการทำประมงที่ต้องใช้กำลังงานมาก การกินน้ำมันของเครื่องยนต์และเครื่องปั่นไฟฟ้าจึงไม่แน่นอน ความเป็นไปได้ที่ผู้ควบคุมจะคำนึงถึงต้นทุนเชื้อเพลิงและวางแผนการควบคุมเพื่อให้ประหยัดพลังงานที่สุดจำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์วัดปริมาณการกินน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์และเครื่องปั่นไฟฟ้าไว้ทั้งบนสะพานเดินเรือและห้องเครื่อง เพื่อให้เห็นปริมาณการกินน้ำมันเชื้อเพลิงขณะกำลังทำงานจริง จึงคาดหวังให้การทำงานของเรือตระหนักถึงต้นทุนด้านน้ำมันและพยายามคิดการประหยัดพลังงานโดยการติดการวัดการไหลของน้ำมันเชื้อเพลองในเครื่องยนต์และเครื่องจักร และแสดงผลใน bridge และห้องควบคุมเครื่อง

โดยทั่วไปแล้วเกจวัดการกินน้ำมันเชื้อเพลิงจะทำการติดตั้งระหว่างถังน้ำมันเชื้อเพลิงภายในห้องเครื่องยนต์ กับเครื่องยนต์และเครื่องปั่นไฟฟ้า ในเครื่องยนต์ส่วนใหญ่ ปริมาน้ำมันที่ส่งไปยังเครื่องยนต์ด้วยปั๊มจะมากกว่าปริมาณของน้ำมันที่ใช้จริงดังนั้นจึงมีน้ำมันที่เหลือคืนกลับไปที่ถังน้ำมัน จึงจำเป็นต้องวัดปริมาณการไหลเข้าและออกจากเครื่องยนต์ แล้วคำนวณหาผลต่างการใช้น้ำมันจริง เรือประมงขนาดกลางและขนาดใหญ่บางลำจะมีอุปกรณ์ที่วัดปริมาณน้ำมันที่ถูกปั๊มจากถังน้ำมันใต้ท้องเรือเพื่อส่งไปพักที่ถังจ่ายน้ำมัน แทบจะไม่มีเรือประมงลำใดเลยที่ทราบปริมาณการกินน้ำมันของเครื่องยนต์ขณะที่ปฏิบัติงาน ในขณะนี้ชุดวัดปริมาณการกินน้ำมันที่ติดตั้งง่ายอยู่ระหว่างการพัฒนาจึง

recommended the fuel flow gauge which is easy to install to fishing vessels will be developed in the future.

2. Trend of fuel consumption rate by fishing vessel engines

Diesel engines used in fishing vessels are superior in terms of thermal efficiency among practical internal-combustion engines. Since 1970s energy crisis, research and development toward energy saving has continued and there has been an effort to reduce fuel consumption rate.

However in 2005, global regulation against exhaust gas emission which is intended to reduce nitrogen oxide (NOx) for marine engines of which output are more than 130Kw was introduced, what's more second emission control will start in 2012 requiring more reduction of nitrogen oxide and continuously there will be third emission control following this second control. In order to reduce nitrogen oxide, it is necessary to lower combustion temperature which will also lead to a decrease in thermal efficiency. The key point of technical development is to pass the emission control which will be even more reinforced in the future without deteriorating fuel consumption rate.

3. Specific energy saving technology by fishing vessels

Here I would like to explain about current condition of energy saving technology which is applicable to existing fishing vessels as follows. (1)Energy saving by operational technique, (2)Energy saving technology by proper re-equipping of hulls, (3)Energy saving technology by proper conversion of engine (4)Energy saving technology using fishing gear (5)Energy saving technology which is available at the time of vessel construction (6)Energy saving technology to be considered for the future

(1) Energy saving by operational technique

1) Slowing down (Control of navigation speed)

This operational measure is applicable to all fishing vessels regardless of types of fisheries, size and hull forms. It needs output requiring propulsion which is approximately proportional to the cube of the speed of the vessels. Therefore, a slight decrease in speed will considerably reduce the output requiring propulsion and the fuel consumption will as well be reduced.

This rule is applicable to the offshore or deep-sea fishing vessels which are called displacement type of fishing vessels. The length of these vessels is over 20m in length and the navigation speed is less than 13 knot. Practically, slowing down the speed when navigating the same distance will decrease the fuel consumption with the square of the corresponded speed approximately and it is due to the fact that the time which navigating requires will increase in proportion to the corresponded speed.

On the other hand, most of the small size coastal fishing vessels are called semi-planing type fishing vessels with the length of less than 20m in length and the speed of over 14knot. Bow will be lifted up in case the speed is over 10 knot for these types of fishing vessels, when the vessel is in semi-planing condition. The rule of cube of the vessel's speed does not apply for these types of the vessels. In this speed range, fuel consumption in a fixed distance is proportional to the speed,

Slower speed will however, prolong the navigation time (days) which could increase fuel

แนะนำให้ติดตั้งเกจวัดอัตรการไหลน้ำมันเชื้อเพลิงบนเรือประมงไปก่อน จนกระทั่งชุดวัดการกินน้ำมันเชื้อเพลิงที่ติดตั้งง่ายได้ถูกพัฒนาจนสำเร็จในอนาคต ค่อยเปลี่ยนมาใช้อุปกรณ์นี้แทน

**2. แนวโน้มอัตรากินน้ำมันในเครื่องยนต์เรือประมง**

เครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้บนเรือประมงมีประสิทธิภาพเหนือกว่าเครื่องยนต์สันดาปภายในทั่วไป ตั้งแต่วิกฤตน้ำมันในปี 1970 ได้มีการวิจัยและพัฒนาการประหยัดพลังงานอย่างต่อเนื่องและพยายามลดอัตราการใช้น้ำมัน

อย่างไรก็ดีในปี 2005 ข้อตกลงทั่วโลกต่อภาวะการปล่อยก๊าซไอเสีย เพื่อลดการปล่อยก๊าซ nitrogen oxide (NOx) จากเครื่องยนต์เรือที่มีกำลังมากกว่า 130Kw การควบคุมในระดับที่สองเพื่อลดการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ให้มากขึ้นจะเริ่มในปี 2012 และต่อเนื่องไปยังระดับที่สาม เพื่อที่จะลดไนโตรเจนออกไซด์ จึงจำเป็นที่จะต้องลดอุณหภูมิในการเผาไหม้ลง ซึ่งนำไปสู่การลดประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ลง ข้อสำคัญของการพัฒนาทางเทคนิคเพื่อให้สามารถผ่านเงื่อนไขควบคุมที่จะใช้บังคับให้มากขึ้นในอนาคตโดยที่อัตราการใช้น้ำมันไม่ได้ด้อยลง

**3. เทคโนโลยีประหยัดพลังงานใช้เฉพาะบนเรือประมง**

ด้วยสถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีประหยัดพลังงานที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเรือประมงได้ประกอบไปด้วย 1) การประหยัดพลังงานด้วยวิธีการควบคุม 2)เทคโนโลยีประหยัดพลังงานด้วยการปรับปรุงรูปแบบของลำเรือให้เหมาะสม 3)เทคโนโลยีประหยัดพลังงาน โดยการเปลี่ยนเครื่องยนต์ที่เหมาะสม 4)เทคโนโลยีประหยัดพลังงานในการใช้เครื่องมือประมง 5)เทคโนโลยีประหยัดพลังงานที่นำมาติดตั้งขณะก่อสร้างเรือ 6)เทคโนโลยีประหยัดพลังงานที่จะถูกพิจารณาในอนาคต

**(1)การประหยัดพลังงานด้วยวิธีการควบคุม**

**1) ลดความเร็ว ควบคุมความเร็วการแล่นเรือ**

เป็นวิธีการประเมินการใช้งานที่ใช้สามารถนำไปใช้ได้กับเรือประมงทุกประเภท ไม่คำนึงถึงชนิด ขนาดและรูปร่างตัวเรือประมง ซึ่งกำลังขับเคลื่อนของเรือแปลผันตามกำลังสามกับความเร็ว ดังนั้นการลดความเร็วลงเพียงนิดเดียว จะช่วยลดแรงต้านและลดการกินน้ำมันเชื้อเพลิงด้วย

วิธีนี้เหมาะสำหรับเรือประมงนอกชายฝั่งและเรือประมงน้ำลึกซึ่งเป็นเรือประมงชนิดที่มีระวางบรรทุกมาก displacement type ซึ่งเป็นเรือประมงที่มีความยาวมากกว่า 20เมตร และมีความเร็วเรือน้อยกว่า 13knot ในทางปฏิบัติการลดความเร็วเรือลงที่ระยะทางเดียวกันจะลดการใช้น้ำมันในอัตรากำลังสองของความเร็ว ขณะที่เวลาเดินทางก็มากขึ้นตามสัดส่วนความเร็วที่ลดลงด้วย

นอกจากนี้เรือประมงชายฝั่งขนาดเล็กจำพวกเรือประมงกึ่งท้องแบน (semi-sliding type) ที่มีความยาวเรือน้อยกว่า 20เมตร และมีความเร็วเรือมากกว่า 14 knot หัวเรือจะถูกยกขึ้นเมื่อความเร็วเรือมากกว่า 10knot ซึ่งกฎความเร็วเรือกำลังสามจะไม่สามารถใช้ได้กับเรือกรณีนี้ ในช่วงความเร็วนี้อัตราการกินน้ำมันที่ระยะทางคงที่จะแปลผันตามความเร็วเรือ อย่างไรก็ตามความเร็วที่น้อยกว่าทำให้ต้องใช้เวลาในการแล่นเรือนานขึ้น ซึ่งทำให้การใช้น้ำมันของเครื่องปั่นไฟฟ้า

consumption of auxiliary engine in proportion to time and also influence the fish catch. Therefore it is necessary to take these matters into consideration and select the proper speed.

2) Reduction of vessels' weight

This technique is applicable to all fishing vessels but is especially effective for small fishing vessels. When the total vessel weight increases as fuel, fishing gear and catch increase, the displacement increases as well which will make the fuel consumption to rise with the increasing of the propulsion resistance. It is therefore recommended that unused fishing gear should be stored in onshore storage facilities and that the amount of fuel loaded in vessels be reduced in the necessary minimum. As for small-sized coastal fishing vessels, it is necessary to pay attention to the proper methods of loading fishing gear and fish catch to keep the trim of the vessels in proper condition and avoid excessive trim. Excessive trim in the bow or stern could lead to increased fuel consumption and deteriorate the sea keeping and maneuverability.

3) Cleaning of hull, rudder and propeller

This technology is applicable to all fishing vessels regardless of type of vessels, size and types of fisheries. Immediately after docking, the hull, stern, propeller and other parts should be kept clean. However as days go by, these parts could get dirty due to the attached algae, shellfish and other creatures making it difficult to sail at predefined speed because of increased friction drag which also increases the fuel consumption. Cleaning periodically will improve the situation, and if it is not possible to frequently dock the vessels, cleaning of the propellers by divers will surely show certain effects on the saving energy

4) Proper utilization of controllable pitch-propeller

Some fishing vessels which are operated offshore and in deep-seas such as trawl and tuna long-lines are equipped with controllable pitch-propeller. At the bridge of those fishing vessels, there is usually a control board to set the "propeller pitch" and "rotating speed". Controlling the vessel speed merely by the pitch when the engine constantly rotates will significantly decrease the efficiency of the propeller while slowing down, and this could make fuel consumption to rise. Although this depends on the condition of the load on vessels, speed and condition of operation, reduction of fuel consumption can be expected by operating both pitch and rotating speed. In particular, it is encouraged that the vessel is operated with the proper setting while the "pitch" and "rotating speed" are controlled simultaneously according to the "operation manual" of controllable pitch-propeller which is provided by propeller manufacturers and shipyards.

(2) Energy saving technology by proper remodeling of hulls

1) Installation of bulbous bow

The protruding bulb at the bow of a vessel just below the waterline is called a bulbous bow or bow bulb. The speed –length ratio of fishing vessels including offshore and deep-sea fishing vessels, is usually high, therefore wave making resistance (vessel resistance is generated by the formation of waves as the

เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของเวลาและอาจจะมีผลต่อการจับปลาด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องพิจารณาและเลือกความเร็วที่เหมาะสม

**2) การลดน้ำหนักรวมของเรือ**

เป็นวิธีที่ใช้ได้กับเรือทุกลำโดยเฉพาะอย่างยิ่งเรือประมงขนาดเล็ก ถ้าน้ำหนักรวมของเรือเพิ่มขึ้นไม่ว่าจะมาจากน้ำมันเชื้อเพลิง, เครื่องมือประมง, หรือน้ำหนักสัตว์น้ำที่ถูกจับได้และรวมถึงระวางบรรทุกที่เพิ่มขึ้น จะทำให้เรือกินน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้นตามแรงต้านการขับเคลื่อนที่มากขึ้น จึงแนะนำให้เก็บเครื่องมือประมงที่ไม่ได้ใช้งานไว้ในโรงเก็บบนบก เพื่อทำให้น้ำหนักบรรทุกน้อยลงมากที่สุด เรือประมงชายฝั่งขนาดเล็กต้องคำนึงถึงวิธีการบรรทุกเครื่องมือประมงและปลาที่จับได้ ซึ่งจะต้องรักษาการกินน้ำของเรือในระดับความลึกที่เหมาะสม การกินน้ำมากเกินไปของหัวและท้ายเรือทำให้ต้องใช้น้ำมันเพิ่มขึ้น ลดเสถียรภาพและความคล่องแคล่วของเรือลง

**3) การทำความสะอาดลำเรือ หางเสือเรือและใบจักร**

เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ได้กับเรือประมงทุกลำ ไม่คำนึงถึงชนิดของเรือ ขนาดและชนิดของการทำประมง เมื่อเอาเรือขึ้นคานให้ทำความสะอาดตัวเรือ ท้ายเรือ ใบจักรและส่วนประกอบอื่นๆ แต่เมื่อเรือผ่านการใช้งานไปนานๆ ส่วนต่างๆ เหล่านี้ก็จะกลับมาสกปรกอีกเนื่องจากการสาหร่าย, หอย และสัตว์อื่นๆ ที่ทำให้การแล่นเรือเกิดแรงต้านน้ำมากขึ้น จึงทำความเร็วที่กำหนดยากขึ้น เนื่องจากแรงต้านทานที่มากขึ้นจะทำให้กินน้ำมันมากขึ้น การทำความสะอาดตามระยะเวลาจะช่วยบรรเทาปัญหานี้ได้ดีขึ้น โดยไม่จำเป็นต้องเอาเรือขึ้นคานบ่อยๆ การทำความสะอาดใบจักรโดยนักประดาน้ำเพื่อให้แน่ใจว่าใบจักรสะอาดจริงๆ ช่วยในการประหยัดน้ำมันอย่างเห็นได้ชัด

**4) การใช้ใบจักรปรับมุม**

เรือประมงบางส่วนที่ทำประมงในทะเลลึกและนอกชายฝั่ง เช่น เรืออวนลากและเรือเบ็ดราวทูน่าจะติดตั้งใบจักรปรับมุม บนสะพานเดินเรือของเรือประมงชนิดนี้จะมีแท่นควบคุมมุมใบจักรและความเร็วรอบใบจักร เป็นการควบคุมความเร็วเรือด้วยมุมใบจักรเมื่อความเร็วรอบเครื่องยนต์คงที่ จะทำให้ประสิทธิภาพของใบจักรลดลงอย่างช้าๆ แต่การกินน้ำมันกลับเพิ่มขึ้น แม้ว่าอัตราการกินน้ำมันของเรือประมงจะขึ้นอยู่กับน้ำหนักเรือ ความเร็วและสภาพแวดล้อมในการทำประมง แต่ยังขึ้นอยู่กับการปรับมุมใบจักรและความเร็วรอบใบจักรด้วย โดยเฉพาะเรือประมงต้องปรับแต่งใบจักรและความเร็วรอบตามคู่มือการใช้งานใบจักรปรับมุมที่ได้รับจากบริษัทผู้ผลิตหรืออู่ต่อเรือ

**(2)เทคโนโลยีประหยัดพลังงานโดยการแก้ไขตัวเรือที่เหมาะสม**

**1) การติด Bulbous bow**

หัวเรือแบบกระเปาะที่อยู่ใต้เส้นแนวน้ำเรียกว่า กระเปาะหัวเรือ (bulbous bow) หรือ หมวกกระเปาะ (bow cap) อัตราส่วนความเร็วกับความยาวของเรือประมงทั้งเรือประมงน้ำลึกและเรือประมงนอกฝั่งจะมีค่ามาก ส่วนใหญ่คลื่นใน

vessel passes through the water) accounts for a large portion among the total resistance of the vessels. In order to reduce wave making resistance, giving large displacement volume to the edge of the bow is efficient, and in theory, it has become clear that it is better to increase the displacement volume in the edge of bow as the speed increases for the displacement type of vessels. Therefore, this technology is especially efficient for the vessels which are operated offshore and in deep-seas.

Bulbous bow is specially constructed to give displacement volume to the edge of bow because the proper size depends on the speed-length ratio (square root ratio of speed and the length of vessel). As for the specific design and construction, there is a need to consult with research institutes, building shipyards, and design consultants capable of designing effective size and form. Since big waves occur in the water where the transverse area changes significantly, there is a need to smoothly put the installed parts of the bulbous bow and the main hull in order that the transverse area does not change significantly towards the direction of the length of vessels. Furthermore, in case the emerging bow hits the sea surface during big waves, the bulbous shapes making a cross-section surface would be able to prevent the vessel bottom from getting big damages and the other bulbous shapes could prevent any problems in the structural strength of the vessel when big waves are present in the ocean.

In general, these methods are not effective for small-sized coastal fishing vessels due to the fact that these vessels should sail over a speed-length ratio of the bulbous bow to be effective. However, for some small-sized coastal fishing vessels, the bow has similar form and is used for the purpose of ensuring the buoyancy of the bow and increasing the length of the water line.

Offshore and deep-sea fishing vessels which are not yet equipped with bulbous bows and those with bulbous bows that are not in proper form, could expect reduction in fuel consumption by equipping these vessels with bulbous bow or improving the form of their bulbous bows.

2) Fins fitted forward of propeller

This is a device which could enhance propulsion efficiency mainly for deep-sea and offshore fishing vessels. Several fins are attached in a radical fashion around the stern in front of propellers through which the hull attachment current fins commutate the flow into the propellers and also recover rotational energy. As attachment position of the current plate, form, size and the number of alignment are related to the underwater form of the vessels depending on speed of vessels, it will be essential to pre-consider carefully about equipping vessels with current plate in consultation with appropriate research institutes, building shipyards, design consultants, and others.

3) Shape refinement of the appendages of hull

This is an efficient technology for the fishing vessels operated offshore and in deep-seas. There are many objects around hull creating vortex and making resistance. These objects are the attachments or appendages such as the skeg (skeg is an aggregate of a part located longitudinally at the center of the vessel’s bottom which is called “keel”, a fin looking object which sticks out from keel, and is so-attached so that vessels could be operated to go straight ahead) , bilge keel (a plate which is attached to the bottom of

ทะเลจะสร้างแรงต้าน (แรงต้านจากตัวเรือเป็นตัวสร้างคลื่นขณะเรือแล่นผ่านน้ำ) ซึ่งมีค่ามากที่สุดของแรงต้านรวมทั้งหมด เพื่อลดแรงต้านในการสร้างคลื่นจึงต้องออกแบบให้ขอบล่างของหัวเรือให้มีปริมาตรมากๆ เพื่อใช้ความเร็วได้มากขึ้นสำหรับเรือมีระวางบรรทุก ดังนั้นเทคโนโลยีนี้เหมาะสำหรับเรือประมงที่ปฏิบัติงานอยู่ทะเลน้ำลึกและทะเลนอกชายฝั่ง

หัวเรือแบบกระเปาะเป็นการสร้างปริมาตรที่ขอบหัวเรือด้วยขนาดที่เหมาะสมตามอัตราส่วนความเร็วกับความยาว (รากที่สองอัตราส่วนความเร็วและความยาวตัวเรือ) ซึ่งเป็นการออกแบบและต่อเรือเป็นพิเศษภายใต้การแนะนำปรึกษาจากสถาบันวิจัย อู่ต่อเรือ ที่ปรึกษาด้านการออกแบบที่สามารถออกแบบรูปทรงและขนาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากคลื่นใหญ่ที่เกิดขึ้นในน้ำทำให้มีพื้นที่สัมผัสน้ำเปลี่ยนแปลง (transverse area) มากดังนั้นการติดตั้งหัวเรือแบบกระเปาะต้องไม่ไปรบกวนการเปลี่ยนแปลงพื้นที่สัมผัสน้ำเปลี่ยนแปลง (transverse area) ตามความยาวเรือ ยิ่งไปกว่านั้นในกรณีที่หัวเรือกระแทกผิวน้ำอย่างรุนแรงขณะคลื่นทะเลมีขนาดใหญ่ รูปร่างกระเปาะที่มีพื้นที่หน้าตัดกว้างยังช่วงลดความรุนแรงจากความเสียหายของตัวเรือได้ ซึ่งกระเปาะรูปทรงต่างๆ สามารถป้องกันปัญหาจากความแข็งแรงของโครงสร้างที่จะเกิดกับตัวเรือเมื่อเกิดคลื่นใหญ่ในทะเลด้วย

โดยทั่วๆ ไป วิธีนี้ไม่เหมาะสำหรับเรือประมงชายฝั่งขนาดเล็ก เพราะเรือเหล่านี้มีอัตราส่วนของความเร็วต่อความยาวที่หัวเรือแบบกระเปาะจะมีประสิทธิภาพได้ อย่างไรก็ตามเรือประมงชายฝั่งขนาดเล็กรูปทรงหัวเรือคล้ายๆกันถูกใช้เพื่อจุดประสงค์ในการยกหัวเรือให้สูงขึ้นและเพิ่มความยาวของเส้นแนวน้ำ

เรือประมงนอกชายฝั่งและเรือประมงทะเลน้ำลึกที่ไม่ได้ติดตั้งหัวเรือแบบกระเปาะและเรือที่ติดตั้งหัวเรือแบบกระเปาะรูปทรงที่ไม่เหมาะสมจะทำให้กินน้ำมันมาก เพื่อให้ลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงการติดตั้งหัวเรือแบบกระเปาะหรือการปรับปรุงรูปทรงหัวเรือแบบกระเปาะให้เหมาะสมจึงเป็นสิ่งที่ควรทำ

**2) ติดตั้งคลีบหน้าใบจักรเรือ**

อุปกรณ์นี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการขับเคลื่อนเรือให้ดีขึ้นใช้กับเรือประมงนอกชายฝั่งและเรือประมงน้ำลึก คลีบหลายแผ่นถูกนำมาติดตั้งตามมุมองศาหน้าใบจักรซึ่งมีหน้าที่บังคับให้กระแสน้ำพุ่งเข้าสู่ใบจักรและได้พลังงานการหมุนย้อนกลับมาเพิ่มประสิทธิภาพ ตำแหน่งการติดคลีบ รูปทรง ขนาดและจำนวน ต้องจัดวางให้สัมพันธ์กับรูปทรงของเรือที่อยู่ใต้น้ำและความเร็วของเรือ ซึ่งก่อนการติดตั้งคลีปนี้จำเป็นต้องปรึกษาสถาบันวิจัย อู่ต่อเรือ ที่ปรึกษาด้านการออกแบบและอื่นๆ

**3) การปรับรูปทรงส่วนเพิ่มเติมใต้ท้องเรือ**

วิธีการนี้เป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพอันหนึ่ง สำหรับเรือจับปลานอกฝั่งและเรือจับปลาทะเลน้ำลึก ซึ่งรอบตัวเรือจะมีส่วนต่างๆใต้ท้องเรือที่ทำให้กระแสน้ำหมุนวนและแรงต้านทานจากน้ำ ส่วนใต้น้ำที่ยื่นออกไปจากตัวเรือประกอบไปด้วย skeg ซึ่งติดตั้งตามยาวใต้กระดูกท้องเรือ กระดูกงูปีก (bildge keel) เป็นแผ่นติดตั้งใต้ท้องเรือด้านข้าง

hull's side to reduce rolling. ), sonar, transducer of the fish-finder, and also the aperture of the side thruster. The function of these attachments will be relatively bigger since the hull of fishing vessel is smaller compared with that of large commercial vessels. Depending on the type of fishery, equipment such as propeller guard may be added. Propulsion resistance could be improved by refining the attachments to their proper forms along a streamline.

As for large-scale purse seine fishing vessels, sonar and transducer of the fish finder which are scattered around the bottom of the vessel are re-equipped altogether within the framework of the hull on keel line. As the result, a certain amount of fuel is reduced.

For long-line tuna fishing vessels, fuel consumption could be reduced by refining each form of the bilge keel, the transducer box of the fish-finder and anode protections on hull and rudder. However, in improving the transducer box of fish-finder, it is necessary to consider the improvement method carefully as there is a possibility of noise occurring in the fish-finder. This is due to the fact that air bubbles which are caused by the waves near the bow could flow into the transducer along the vessel's bottom in the case of improperly improvement.

(3) Energy saving technology by proper replacement of engine

1) Replacement of engines

This is a technology which is expected to be effective for small size coastal fishing vessels.

The replacement from old engines to new ones may be necessary for small size coastal fishing vessels. Improvement in fuel consumption can be expected by replacing from old engines used over 10 years to the new ones. Fuel consumption rate per out power may be improved, however, fuel consumption may increase in case of performance delivery at full capacity owing to the fact that the horse power of new engines is larger than that of old ones in general. There were cases that small size pole-and-line fishing vessels equipped with engines with 600 horsepower were using less than 300 horsepower in order to save fuel, estimating from measuring result of fuel consumption. Using engines of significant power with low load and bad fuel consumption rate for a long time is not only inconvenient in sides, fuel consumption and initial investment for replacement of engines, but it may also lead to the damage of engines due to low load injury. In case of new construction and replacement, selecting proper output engine is the most important thing in energy saving.

2) Main engine drive of generator and other auxiliary machines

Concerning generator of offshore and deep-sea fishing vessels, it is possible to save energy by driving on the main engine which has better fuel consumption rate compared to auxiliary engine. Transmission efficiency will improve by directly driving auxiliary machines such as refrigerator by main engine and auxiliary engine for that there is no electrical conversion. However, as direct-drive of refrigerator make the system complicated; it has been applied to only small proportion of deep-sea tuna long-line fishing vessels.

เพื่อลดการโคลงของเรือ หัวโซน่าหาปลา และรวมถึงช่องของใบจักรด้านข้าง (side thruster) หน้าที่ของส่วนต่างๆเหล่านี้จะมีความสำคัญกับเรือที่มีขนาดเล็กมากกว่าเรือขนาดใหญ่ กรอบใบจักอาจจะต้องใส่เพิ่มเข้าไปขึ้นอยู่กับชนิดการทำประมง เพื่อลดแรงต้านน้ำจากส่วนต่างๆที่ติดตั้งใต้น้ำต้องทำให้การไหลของกระแสน้ำราบเรียบ

สำหรับเรืออวนลากขนาดใหญ่ โซน่าและหัวส่งสัญญาณของอุปกรณ์หาปลาที่จะกระจายสัญญาณใต้ท้องเรือต้องติดไว้ใต้แนวกระดูกงูของเรือจะช่วยลดการกินน้ำมันได้

และในกรณีของเรือเบ็ดทูน่า การลดการใช้น้ำมันโดยการลบมุมกระดูกงูปีกข้าง กล่องครอบป้องกันหัวส่งสัญญาณของเครื่องหาฝูงปลา แท่งกันกร่อนที่ติดบนตัวเรือและหางเสือ อย่างไรก็ดีการปรับรูปทรงกล่องป้องกันหัวส่งสัญญาณจำเป็นต้องออกแบบโดยคำนึงถึงการรบกวนการส่งรับสัญญาณ เนื่องจากฟองอากาศใต้น้ำที่เกิดจากหัวเรืออาจจะผ่านมารบกวนการส่งสัญญาณของหัวส่งได้

**(3) การประหยัดพลังงานโดยการเปลี่ยนเครื่องยนต์ที่เหมาะสม**

**1) การเปลี่ยนเครื่องยนต์ใหม่**

วิธีการนี้คาดว่าน่าจะเหมาะสมกับเรือประมงชายฝั่งขนาดเล็ก การเปลี่ยนเครื่องยนต์เก่าเป็นเครื่องยนต์ใหม่จำเป็นสำหรับเรือประมงชายฝั่งขนาดเล็ก การปรับการใช้น้ำมันโดยการเปลี่ยนเครื่องยนต์เก่าที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10ปี เป็นเครื่องยนต์ใหม่ อัตราการใช้น้ำมันต่อกำลังม้าที่ได้รับจะดีขึ้น โดยการกินน้ำมันจะเพิ่มขึ้น แต่แรงม้าที่ได้รับของเครื่องใหม่จะมากกว่าแรงม้าของเครื่องเก่า หลายครั้งที่เรือเบ็ดที่ติดตั้งเครื่องยนต์ขนาด 600 แรงม้า แต่ใช้กำลังน้อยกว่า 300 แรงม้า เป็นผลที่ได้จากการวัดอัตาสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจริง การใช้เครื่องยนต์ขนาดกำลังมาสูงๆ กับภาระน้อยๆ กินน้ำมันมาก เป็นเวลานานนอกจากไม่เหมาะสมในด้านการกินน้ำมันและต้นทุนการเปลี่ยนเครื่องใหม่แล้ว ยังเป็นการทำลายเครื่องยนต์เนื่องจากความเสื่อมจากภาระที่น้อยไป ในกรณีที่ต่อเรือใหม่หรือเปลี่ยนเครื่องยนต์ใหม่การเลือกขนาดแรงม้าเครื่องยนต์ให้เหมาะสมจะช่วยประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงได้อย่างมาก

**2) เครื่องยนต์ที่ใช้ปั่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและเครื่องจักรอื่นๆ**

เกี่ยวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของเรือประมงนอกชายฝั่งและเรือประมงน้ำลึก มีความเป็นไปได้ที่จะประหยัดพลังงานโดยการคบคุมให้เครื่องยนต์หลักมีอัตราการใช้น้ำมันที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับเครื่องยนต์ปั่นไฟฟ้า การส่งกำลังผ่านอย่างมีประสิทธิภาพโดยการขับตรงกับเครื่องจักรต่างๆ เช่น เครื่องทำความเย็นถูกขับโดยเครื่องยนต์หลักและเครื่องยนต์เสริมโดยที่ไม่ต้องเปลี่ยนเป็นไฟฟ้าก่อน เป็นต้น อย่างไรก็ดี การขับเคลื่อนโดยตรงในเครื่องทำความเย็นทำให้ระบบมีความซับซ้อน ซึ่งถูกใช้ในสัดส่วนที่น้อยกับเรือเบ็ดราวทูน่าน้ำลึก

In case generator is driven by main engine, it is important to keep the frequency constant. There are 2 ways to do so, one is the method of using the main engine in a constant rotation frequency and control the speed merely by controllable pitch propeller (CPP). Another method is to install constant frequency unit between main engine with variable rotation frequency and generator or behind the generator. As for the former method, if the propeller is rotating fast when navigating slow by tuna long-line fishing vessels, propeller efficiency will drop and will lead to increase in fuel consumption. Of the latter, when using constant frequency unit which maintains regular rotating frequency of generator by slipping electronically or mechanically, the transmission efficiency will be reduced, in case the main engine is in high rotative speed. This will lead to the increase in fuel consumption. There are models which ease negative effects by using 2-speed system. Furthermore, as for thyristor inverter system which converts to constant frequency alternating current after commutating variable frequency alternating current, high transmission efficiency can be expected regardless of the number of rotations of main engine. However, it may be difficult to operate parallel with the generator driven by auxiliary engine. It is necessary to take measures against noise for measurement equipment and communication device for the reason that inverters cannot prevent electrical noise to generate.

Energy saving of the drive of main engine is becoming less effective with the gap of fuel consumption between main engine and auxiliary engine shrinking compared to the past, although it depends on the output power of engines. Therefore, it is essential to consider comprehensive cost including reduction of maintenance cost and so forth by the main engine of generator being able to back up the auxiliary engine completely. Therefore, regarding auxiliary machines and the main engine drive, you need to consider the effects with technicians who are familiar with the system.

3) Control of rotating speed of pump and other equipment by inverter

Seawater coolant pumps which are used in main engines and auxiliary engines of offshore and deep-sea fishing vessels are driven at constant speed by three-phase induction motor. On the other hand, while the heat quantity of coolant water and lubrication oil which needs to be cooled may vary depending on the load condition of engines and equipment, in general certain amount of room in addition to the maximum value is selected for the pump capacity, and also provide cooling device with maximum flow. Using variable amount pump which is able to adjust the number of rotations and provide the required coolant water for heat discharge, is an effective power saving measurement.

In particular, fuel consumption is reduced by methods as follows. It can be reduced by controlling the temperature difference in the doorway for coolant water by making the speed of motor which drives the coolant water pump of main engine adjustable by inverter regardless of the load of main engine. Second method is to control discharge pressure to be constant by making the speed of motor which drives coolant water pump of several auxiliary engines adjustable regardless of the number of operating auxiliary engines. It can be widely-applied by using similar methods such as trying to save energy by adjusting displacement water volume according to the decrease in the number of live bait fish from operations through making it possible to adjust the speed of the pump for warehouse to farm live bait at low temperature used in skipjack

ในกรณีที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าถูกขับโดยเครื่องยนต์หลัก มันจำเป็นต้องรักษาความถี่ให้คงที่ตลอดเวลา ซึ่งทำได้ 2 วิธีคือ วิธีแรกให้เครื่องยนต์หลักหมุนด้วยความเร็วรอบคงที่ และควบคุมความเร็วเรือด้วยการปรับมุม controllable pitch propeller (CPP) อีกวิธีติดตั้งหน่วยความถี่คงที่ระหว่างเครื่องยนต์หลักกับตัวปรับความถี่ของการหมุนและตัวกำเนิดไฟฟ้าหรือติดตั้งหลังเครื่องปั่นไฟฟ้า ซึ่งขั้นตอนนี้ใบพัดหมุนจะเร็วเมื่อเรือเบ็ดราวทูน่าแล่นช้า ประสิทธิภาพใบพัดลดลงและทำให้ต้องใช้น้ำมันเพิ่มขึ้น ต่อมาเมื่อใช้เครื่องควบุมความถี่คงที่ซึ่งรักษาการหมุนของเครื่องปั่นไฟฟ้าให้เป็นปกติโดยการปรับทางไฟฟ้าหรือทางกล ประสิทธิภาพการส่งกำลังจะลดลงขณะที่เครื่องยนต์หลักมีอัตราการหมุนที่เร็วมากนำไปสู่การใช้น้ำมันเพิ่มขึ้น มีรูปแบบอื่นๆ ที่เป็นผลทางลบโดยการใช้ระบบ 2 ความเร็ว ยิ่งไปกว่านั้น ระบบแปลงไฟฟ้ากระแสสลับด้วย thyristor inverter ให้ประสิทธิภาพกำลังไฟฟ้าที่สูงโดยไม่ขึ้นอยู่กับความเร็วรอบเครื่องยนต์หลัก อย่างไรก็ดีการทำงานของอินเวอร์เตอร์ยากที่จะขนานไฟฟ้ากับเครื่องปั่นไฟฟ้า ซึ่งจำเป็นต้องวัดเสียงรบกวนที่เกิดจากอุปกรณ์การวัดและอุปกรณ์สื่อสาร เนื่องด้วย inverter ไม่สามารถกันสัญญาณไฟฟ้ารบกวนที่เกิดขึ้นได้

การประหยัดพลังงานในการขับเคลื่อนเครื่องยนต์หลักจะมีประสิทธิภาพน้อยลงเมื่อช่องว่างของการใช้น้ำมันระหว่างเครื่องยนต์หลักและเครื่องปั่นไฟฟ้ามีค่าน้อยลงเมื่อเทียบกับที่ผ่านมา แม้ว่าจะขึ้นอยู่กับพลังงานที่ได้จากเครื่องยนต์ดังนั้นจะต้องพิจารณาค่าใช้จ่ายอย่างเข้าใจเพื่อลดค่าบำรุงรักษาเครื่องยนต์ โดยเครื่องยนต์หลักของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถช่วยเครื่องยนต์เสริมอย่างสมบูรณ์ ดังนั้น การขับเคลื่อนเครื่องยนต์หลักและเครื่องยนต์เสริม คุณต้องพิจารณาผลกระทบกับช่างเทคนิคผู้ที่มีความคุ้นเคยกับระบบนี้

**3) ควบคุมความเร็วในการหมุนปั๊มและอุปกรณ์อื่นๆด้วย inverter**

ปั๊มน้ำทะเลหล่อเย็นของเครื่องยนต์หลักและเครื่องปั่นไฟฟ้าของเรือประมงนอกฝั่งและเรือประมงน้ำลึก ทำงานที่ความเร็วคงที่ด้วยมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟส นอกจากนี้ขณะปริมาณความร้อนของน้ำและน้ำมันหล่อลื่นที่ทำการหล่อเย็นจะเปลี่ยนแปลงตามสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์และเครื่องมือ โดยทั่วๆไปแล้ว จำนวนห้องที่แน่นอนที่ปั๊มมีขนาดมากที่สุดในการเลือกปั๊มเพื่อหล่อเย็นด้วยอัตราไหลมากที่สุด การใช้ปั๊มที่สามารถปรับรอบการหมุนได้และใช้น้ำหล่อเย็นเพื่อระบายความร้อน เป็นการวัดการประหยัดพลังงานที่เหมาะสม

โดยเฉพาะการลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงลงด้วยวิธีการนี้ สามารถลดการใช้น้ำมันลงได้ด้วยควบคุมความแตกต่างของอุณภูมิที่ทางเข้าออกของน้ำทำความเย็น โดยการควบคุมอัตราความเร็วของมอเตอร์ที่ควบคุมปั๊มน้ำทำความเย็นของเครื่องยนต์หลักที่ปรับด้วย inverter โดยไม่ขึ้นกับรอบเครื่องยนต์หลัก วิธีที่สองคือการความคุมแรงดันด้านส่งให้คงที่ด้วยการควบคุมรอบมอเตอร์ซึ่งหล่อเย็นเครื่องจักรต่างๆ ด้วย inverter โดยไม่คำนึงถึงจำนวนการทำงานของเครื่องยนต์รอง

มันถูกนำมาปรับใช้อย่างกว้างขวางในขั้นตอนที่คล้ายกัน เช่น พยายามประหยัดพลังงานโดยการปรับปริมาณน้ำตามจำนวนเหยื่อตกปลาเป็นให้ลดลง เป็นไปได้ที่ต้องปรับความเร็วของปั๊มสำหรับห้องเก็บเหยื่อตกปลาที่มีอุณหภูมิต่ำเพื่อใช้ในการทำประมงเบ็ดทูน่าชนิด skipjack

pole-and-line fishing,

4) Improvement of power factor using phase advancing condenser

It is a technology which is applicable and effective to both offshore and deep-sea fishing vessels.

The loss of electric power in circuit is reduced to the square of electric current. For that time lag occurs between the changes of voltage and electric current, there will be a huge loss of electric power in case high current flows at low voltage. Therefore, setting a condenser (Phase advancing condenser) which is able to adjust time lag will reduce electric current and will ease loss of electric power. (Improve power factor) However, if the vessel does not have electric power loss from the time of new vessel constructed, setting phase advancing condenser will not have much improvement effect. When introducing the condenser, it is necessary to consult with experts for that proper condenser volume should be selected depending on the vessel and also that proper connection method should be chosen.

(4) Energy saving technology for using fishing gear

1) Low-resistance fishing gear

This is an effective technology for trawl fishing vessels operated in offshore and deep-seas. The output power of the main engine while towing, is proportional to the resistance of fishing gear of trawler using such as trawling nets. Therefore, energy saving effects can be expected by reducing the resistance of the fishing gear. Nets of trawl fishing vessels are generally made of polyester. Using ultra high-strength polyester fiber which is 4 times as strong as the normal fiber in right places of the fishing gear will make the diameter of net twine thinner, and also by enlarging the mesh size of parts which do not have big influence on fishing such as the wing-like attachments, the resistance of the fishing gear could be reduced. This technique has been used in some offshore trawl fishing vessels and the energy saving effects had been confirmed.

For small-sized coastal trawl fishing vessels, it is difficult to use less resistance fishing gear like the ones used in offshore trawl fishing vessels as of this moment, as thinner line is generally used for nets compared to deep-sea and offshore trawl fishing vessels, and it is difficult to find even thinner and proper sized ultra-high-strength fiber. However, alternative ways could be developed to reduce resistance such as enlarging the size of mesh of the parts like the wing-like attachments which do not have much influence on fishing.

2) Operation of hydraulic pump and hydraulic system

Many fishing vessels including offshore trawl fishing vessels are driven by hydraulic pump which is the source of power of the main engine for the fish catching machines such as the winch. Most of the hydraulic systems use circuit which is a combination of constant-volume motor and constant-volume pump. As pump is driven by the main engine, it discharges certain amount of oil. The winch drum adjusts the flow regulating valve in order to obtain the required rotations and provides the hydraulic motor with the necessary quantity of oil. Although excessive oil bypasses down the system, when oil is flowing inside the

**4) การปรับตัวแปรกำลังด้วยการใช้ phase advancing condenser**

วิธีการนี้เป็นเทคโนโลยีที่สามารถใช้ได้และมีประสิทธิภาพกับทั้งเรือประมงน้ำลึกและเรือประมงนอกฝั่ง การสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในวงจรลดลงเป็นกำลังสองของกระแสไฟ กรณีที่ความต่างศักย์ตามกระแสจะเกิดการสูญเสียอย่างมหาศาลเมื่อกระแสไหลอย่างมากขณะโวลต์ต่ำ ดังนั้นการใช้ condenser (Phase advancing condenser) จะสามารถปรับเวลาเหลื่อมกันของศักย์และกระแส เพื่อลดกระแสไฟฟ้าลง พลังงานไฟฟ้าสูญเสียจึงลดลงตามไปด้วย (พัฒนาปัจจัยพลังงาน) อย่างไรก็ดีถ้าเรือที่สร้างใหม่ และไม่ได้สูญเสียพลังงานไฟฟ้า การใช้ phase advancing condenser จะไม่มีผลมาก เมื่อจะนำ condenser มาใช้ต้องปรึกษาผู้เชี่ยวชาญในการเลือก condenser ที่เหมาะสมกับเรือและการนำมาใช้

**(4) เทคโนโลยีประหยัดพลังงานในเครื่องมือประมง**

**1) เครื่องมือประมงความต้านทานน้ำต่ำ**

เทคโนโลยีนี้เหมาะที่จะใช้กับเรืออวนลากที่ทำประมงนอกฝั่งและทะเลน้ำลึก กำลังลากที่ได้จากเครื่องยนต์แปรผันตามความต้านทานน้ำของเนื้ออวนลาก ดังนั้นถ้าต้องการประหยัดพลังงานต้องลดแรงต้านน้ำจากเครื่องมือประมง ตาข่ายของอวนลากผลิตมาจากวัสดุโพลีเอสเตอร์ทนแรงดึงสูงมาก ที่มีความแข็งแรงของเส้นใยสูงกว่าเส้นใยปกติถึง 4 เท่า ที่เส้นผ่าศูนย์กลางเล็กลง 2 เท่าและการขยายขนาดตาข่ายให้กว้างขึ้นไม่มีผลต่อการทำประมงเช่นการติดปีกอวน เป็นต้น จะทำให้ลดแรงต้านน้ำลง เทคนิคนี้ใช้สำหรับเรือลากอวนนอกฝั่งและยืนยันแล้วว่าได้ช่วยประหยัดพลังงาน

สำหรับเรืออวนลากชายฝั่งขนาดเล็ก ยากที่จะใช้ เครื่องมือประมงที่มีค่าแรงต้านน้ำต่ำ เหมือนกับที่ใช้ในเรืออวนลากนอกฝั่งเพราะมันใช้เส้นตาข่ายที่บางกว่าเมื่อเทียบกับเรืออวนลากนอกฝั่งและเรืออวนลากน้ำลึก รวมทั้งเป็นการยากมากที่จะหาขนาดเส้นใยโพลีเอสเตอร์ที่มีความบางและขนาดเหมาะสมที่มีความทนสูงมากกว่านี้ได้ อย่างไรก็ดีทางเลือกอื่นที่ช่วยลดแรงต้านจากน้ำได้ เช่น ขยายตาข่ายให้ใหญ่ขึ้นเช่นเสริมปีกอวน ซึ่งไม่ได้มีผลมากต่อการทำประมง

**2)การทำงานของระบบไฮโดรลิกและปั๊มไฮโดรลิก**

เรือประมงส่วนมากรวมทั้งเรืออวนลากนอกฝั่งใช้ระบบไฮโดรลิกมีปั๊มน้ำมันขับด้วยเครื่องยนต์สำหรับทำประมง เช่น winch ส่วนมากระบบไฮโดรลิกมีวงจรรวมของมอเตอร์ปริมาตรคงที่และปั๊มปริมาตร เนื่องจากปั๊มที่ถูกขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์หลักเพื่อส่งน้ำมันแรงดันสูงออกมา กว้านทำงานด้วยการปรับอัตราไหลน้ำมันที่วาล์วควบคุมเพื่อให้ได้ความเร็วรอบที่ต้องการ และ ส่งปริมาณน้ำมันเท่าที่จำเป็นไปยังมอเตอร์ไฮโดรลิก น้ำมันที่เกินมาจะไหลกลับไปที่ถังน้ำมัน ขณะที่น้ำมันไหลเข้าไปในท่อจะทำให้เกิดการสูญเสียพลังงาน โดยทั่วไปการลดการสูญเสียพลังงานในระบบไฮโดลิกทำได้ด้วยการติดตั้งถังพักน้ำมันก่อนถึงมอเตอร์ไฮโดรลิกและจ่ายปริมาตรน้ำมันที่น้อยกว่าโดยการลด

pipes, the result is loss of energy. In general, loss of energy can be reduced when pumps are equipped with enough room for the volume of hydraulic motor and lower the discharge volume of pumps by reducing the number of rotations of the main engine. Using constant pressure and variable amount of oil for the hydraulic pump system which only provides necessary quantity of oil for the hydraulic motor, will not result in loss of energy as mentioned above and thus energy could be saved.

(5) Energy saving technology which is available to contemplate the construction of a new fishing vessel

1) High efficiency propulsion system such as contra-rotating propellers

Large-scale purse seine fishing vessels “Nippon-Maru”, for example, is equipped with a tandem of propulsion device such as main engine-driven propeller and electric motor-driven propeller in rudder, which are fitted facing each other. The device is one of the contra-rotating type propeller and propulsion efficiency improved by rear propeller recovering the rotating energy generated by the main engine drive propeller. This system can be used as stern thruster by operating the rudder with electric motor drive propeller while fishing. Establishing a method of using tandem propulsion device during fishing operation and navigation, and also analyzing the maintenance cost of the system, are should be clarified in the future.

2) Double reduction of main engine

In fixed-pitch propellers for trawl fishing vessels of which loading depends on whether it is navigating or trawling, and for set net fishing vessels which have huge gap between the ballast or when it is fully loaded, these propellers are so-designed as to avoid the engine from being in a torque rich situation.

Adapting two-stage deceleration system will make it possible to select the number of rotations according to the propulsion resistance of two different situations, such as when it is navigating or when it is trawling (or in case the vessel is fully loaded). In this way, without using expensive controllable pitch propeller, it is possible to drive the vessel efficiently as well as optimize the engine performance without overloading, which will subsequently result in energy saving.

3) Cost saving by using economical oils such as C-heavy oil and AC-blend oil

Using C-heavy oil which is cheaper than fuel oil A (fuel oil C costs about 80% of fuel oil A in Japan) or using AC-blend oil which is a mix of fuel oil C and fuel oil A is expected to save on costs. Fuel oil C is made from the residue of gasoline, heating oil and light oil refined from crude oil, although sometimes showing large variations in its form due to the refinement method and the type of crude oil used. Fuel heater is necessary to make fuel oil C thick, and since fuel oil C includes many foreign substances and impurities, centrifugal cleaning equipment is necessary to get rid of such substances before using fuel oil C. This requires a lot of energy while the proportion of CH could be high compared with that of fuel oil A which increases the carbon-dioxide emission. Moreover, it is also necessary to consider the increasing amount of hazardous substances such as NOx and sulfur oxide (Sox) in the emissions and particle matters.

When starting and stopping the engine, and in case of low loading, using fuel oil C should be

จำนวนรอบของเครื่องจักรใหญ่ การใช้แรงดันคงที่และปรับปริมาตรน้ำมันในระบบไฮโดรลิกซึ่งจ่ายน้ำมันเท่าที่จำเป็นไปยังมอเตอร์ไฮโดรลิกจึงไม่มีการสูญเสียพลังงานและยังเป็นการประหยัดพลังงงานด้วย

**(5) เทคโนโลยีประหยัดพลังงานที่นำมาติดตั้งบนเรือสร้างใหม่**

**1)ระบบแรงขับเคลื่อนที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น contra -rotation propellers**

ในเรืออวนลากขนาดใหญ่ เช่น เรือ Nihon maru จะมีอุปกรณ์ขับเคลื่อนที่เรียงตามกันของระบบขับดันเช่น มีเครื่องจักรใหญ่เป็นตัวหมุนใบจักรและมอเตอร์ไฟฟ้าหมุนใบจักรในหางเสือซึ่งติดหางเสือกับส่วนอื่น อุปกรณ์นี้เป็นหนึ่งในใบจักรหมุนกลับทางเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขับเคลื่อนทำให้เกิดแรงขับเคลื่อนด้านหลังที่เกิดจากพลังงานการหมุนด้วยเครื่องจักรใหญ่ ระบบนี้ใช้เป็นตัวขับดันท้ายเรือ (stern thruster) โดยการหมุนหางเสือท้ายเรือด้วยอุปกรณ์การขับเคลื่อนทางไฟฟ้าขณะปฏิบัติงาน วิธีใช้แรงขับเคลื่อนเรียงตามกันระหว่างทำประมงและเดินทาง และเป็นการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบ ซึ่งต้องหาให้ชัดเจนสำหรับอนาคต

**2) การลดขนาดเครื่องจักรใหญ่ลง 2เท่า**

สำหรับใบจักรทั่วไปของเรืออวนลากที่ระวางบรรทุกขึ้นอยู่กับการควบคุมเรือและการทำประมง ส่วนเรือประมงสำหรับการทำประมงโป๊ะเชือกต้องมีพื้นที่ว่างมากระหว่างอับเฉาเรือหรือเมื่อมีการบรรทุกเต็มพิกัด ใบจักจะถูกออกแบบให้หลีกเลี่ยงการรับแรงบิดที่มากเกินไป

การใช้ระบบหน่วง 2 จังหวะเพื่อเลือกรอบในการต้านการขับดันในสถานการณ์ที่แตกต่างกันสองเหตุการณ์คือ เมื่อเดินเรือและเมื่อทำประมง (หรือในกรณีบรรทุกเต็มระวาง) ด้วยวิธีนี้จึงไม่จำเป็นต้องใช้ controllable pitch propeller ที่มีราคาแพง มันสามารถแล่นเรือไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและเครื่องยนต์ทำงานโดยไม่เกินกำลัง มันจะเป็นการช่วยประหยัดพลังงานด้วย

**3) ประหยัดต้นทุนด้วยการใช้น้ำมันราคาประหยัด เช่น น้ำมันสำหรับเรือและน้ำมันผสม**

การใช้น้ำมันเรือที่มีราคาถูกกว่าน้ำมันดีเซลเรือ (น้ำมันเรือถูกกว่า 80 % ของน้ำมันดีเซลเรือในประเทศญี่ปุ่น) หรือใช้น้ำมันผสมซึ่งผสมระหว่างน้ำมันเรือและน้ำมันดีเซลเรือเพื่อประหยัดต้นทุน น้ำมันเรือผลิตมาจากน้ำมันที่เหลือจากการผลิตน้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าซ และน้ำมัน light oil ที่กลั่นจากน้ำมันดิบ มีส่วนประกอบหลายอย่างจากการกลั่นและชนิดของน้ำมันดิบ น้ำมันต้องถูกต้มก่อนใช้งานเนื่องจากเป็นน้ำมันที่หนืดมาก มีองค์ประกอบหลายชนิดและไม่บริสุทธิ์ เครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลางใช้กำจัดสิ่งปนเปื้อนเหล่านี้ออกจากน้ำมันเรือ ซึ่งต้องใช้พลังงานอย่างมากในการแยกมีอัตราส่วน คาร์บอนต่อไฮโดรเจนสูงเมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซลเรือทำให้เพิ่มการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนี้ยังมีสารที่เป็นอันตรายอีกคือ NOx SOx และอนุภาคเขม่าที่มีมากขึ้น

เมื่อติดเครื่องยนต์และดับเครื่องยนต์ในกรณีที่ระวางบรรทุกน้อย ควรเปลี่ยนการใช้จากน้ำมันเรือไปใช้น้ำมันดีเซลเรือ ส่วนของเครื่องยนต์รวมทั้งวาล์วน้ำมันจะมีอายุการใช้งานสั้นกว่าปกติ ขณะที่เรือประมงภายในประเทศในอดีตมีการบันทึกว่าใช้น้ำมันเรือ 500 ตัน อย่างไรก็ดีการพิจารณาความสะดวกสบายของห้องเครื่องยนต์จะถูกนำมาใช้สำหรับ

switched to fuel oil A. Engine parts including fuel valve are expected to become run down faster than usual. Nonetheless, past records have indicated the use of fuel oil C for 500-ton class domestic vessels. However, considering the facility aspect of the engine room, this fuel oil must have been possibly introduced only to large-scale fishing vessels. Maintenance cost and increase of labor or crew members should be taken into account in determining the economic efficiency therefore, verification test using large-scale fishing vessels is essential. In addition, the acquisition route of fuel oil C should also be considered (in general, AC-blend oil cannot be acquired in Japan).

The use of fuel oil C was introduced in the 2-year plan (2008 to 2009) of the "Project to urgently substantiate the cost-saving technology in fishing vessels" by the Fisheries Agency's "Technology development project towards appealing fishing industry

(6) Energy saving technology to be considered in the future

1) fishing vessels with sail-assisted propulsion

When the prices of fuel rise, the idea of using wind energy by setting the navigating equipment in fishing vessels ,that is, a fishing vessel with sail-assisted propulsion, is usually proposed. However, this idea has never become widely-used except for special fishing vessels such as small trawler. Because there are many demerits in using a sail for fishing vessels and those demerits may eliminate the fuel savings gained by using a sail. The demerits could include the fact that simple sail navigating equipment will make it complicated to sail handlings and an automatic sail control system will increase the initial cost. It will also cause problems such as increased maintenance cost, the sail hindering the vision of crew, and narrowing down the working deck space.

An ocean-going long-line tuna fishing vessel equipped with cybernated hard sail was constructed in mid 1980s with the aid of Nippon Foundation, but it is not sure whether such fishing vessel still uses the sail. Domestic vessels which were constructed with the same concept are still operating but the sails have been removed. Nevertheless, for large-scale commercial vessels, equipment which resembles a kite which is called a "kite sail" has been proposed, but this was found to be difficult to introduce to fishing vessels. Depending on both the wind velocity and the wind direction relative to the vessel's course (wind speed and wind direction against to the vessel during operation), the equipment could require more fuel. In addition, it is difficult to get the same speed as the conventional speed by wind energy for high-speed coastal fishing vessels.

Recently, simple rig using soft sail made of cloth was tried to be introduced for ocean going long-line tuna fishing vessels. The reports is discussed on the selection system of most appropriate meteorological course in order to gain the maximum wind energy. However, this concept is still to be introduced in the fishing industry. Utilization of wind energy is an important research project as it is a propulsion device which does not depend on fossil fuel.

เรือประมงขนาดใหญ่เท่านั้น ต้นทุนค่าบำรุงรักษาและการเพิ่มจำนวนลูกเรือควรคิดเข้าไปในบัญชีด้วย เพื่อกำหนดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ ดังนั้นการทดสอบเพื่อการพิสูจน์นี้จะใช้สำหรับเรือประมงที่มีขนาดใหญ่เท่านั้น นอกจากนี้แนวทางการหาน้ำมันมาใช้ควรจะถูกพิจารณา (เพราะโดยปกติ น้ำมันผสมจะหาไม่ได้ในญี่ปุ่น)

การใช้น้ำมันเรือถูกวางไว้ในแผน 2ปี 2008-2009 ของโครงการพิสูจน์เทคโนโลยีที่ช่วยประหยัดต้นทุนในเรือประมงอย่างเร่งด่วน ในโครงการตัวแทนด้านประมงที่เรียกว่า โครงการพัฒนาเทคโนโลยีในการช่วยเหลืออุตสาหกรรมด้านประมง

**6) เทคโนโลยีประหยัดพลังงานในอนาคต**

**1) ใบเรือช่วยขับเคลื่อนเรือประมง**

เมื่อราคาน้ำมันแพงขึ้น การใช้พลังงานลมเพื่อขับเคลื่อนเรือประมงจะถูกนำมาใช้ แต่แนวคิดนี้ยังไม่เคยมีการใช้อย่างกว้างขวางยกเว้นการทำประมงบางประเภทเช่นอวนลากขนาดเล็ก เนื่องจากการแล่นใบมีข้อเสียหลายอย่างแต่ข้อเสียเหล่านี้อาจจะเป็นข้อดีที่ช่วยประหยัดเชิงเพลิงได้ ข้อเสียที่ว่านี้คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการแล่นเรือธรรมดานี้จะทำให้มันยุ่งยากในการแล่นเรือ เพิ่มค่าใช้จ่ายเบื้องต้น การเพิ่มค่าบำรุงรักษา ใบเรือนี้จะบดบังทัศนวิสัยและทำให้พื้นที่ทำงานบนดาดฟ้าเรือแคบลง

เรือประมงเบ็ดราวทูน่าที่ใช้ใบชนิด cybernated hard sail ถูกสร้างขึ้นกลางปี 1980 ด้วยความช่วยเหลือของ Nippon Foundation อย่างไรก็ดีไม่แน่ใจว่าเรือลำนี้ยังคงใช้ใบเรือหรือไม่ เรือประมงทั่วไปที่ถูกต่อตามแนวคิดเดียวกันยังคงทำงานใช้ทำประมงแต่ได้นำใบเรือที่ถูกติดตั้งออกแล้ว ยิ่งไปกว่านั้นเรือพานิชย์ขนาดใหญ่จะใช้อุปกรณ์ที่คล้ายกับว่าวเรียกว่า kite sail แต่ยุ่งยากที่จะนำมาใช้ในเรือประมง ด้วยตัวแปรของความเร็วลมและทิศทางลม (ความเร็วลมและทิศทางลมตรงข้ามกับทิศทางการทำประมงหรือเดินเรือ) เพื่อให้การเดินเรือหรือการทำประมงดำเนินไปได้ปกติ จึงต้องเดินเครื่องยนต์เพื่อควบคุมเรือตลอดทำให้สิ้นเปลืองน้ำมันมากขึ้น นอกจากนี้การที่จะแล่นเรือให้เร็วเท่าการใช้เครื่องยนต์เป็นไปไม่ได้เลยกับเรือประมงชายฝั่งขนาดเล็ก

เมื่อเร็วๆนี้มีการทดลองใช้เสากระโดงเรือที่ติดตั้งง่ายๆ และใบเรือทำมาจากผ้าถูกนำมาใช้บนเรือประมงเบ็ดราวทูน่าจากรายงานต่างๆ มีการแลกเปลี่ยนความคิดเพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมที่สุดเพื่อที่จะใช้พลังงานลมให้ได้มากที่สุด แนวคิดการใช้พลังงานลมนี้ยังคงถูกแนะนำไปสู่อุตสาหกรรมประมง การใช้พลังงานลมเป็นโครงการวิจัยที่สำคัญเพราะเป็นอุปกรณ์ช่วยในการขับเคลื่อนเรือโดยไม่ต้องใช้น้ำมันเชื้อเพลิงใดๆเลย

**2) การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมและแสงอาทิตย์**

2) Wind generation and solar power generation

The use of natural energy such as wind electricity and solar power is now drawing much attention. Utilizing wind energy as new source of energy for fishing vessels include not only using wind energy as a power source for the rig but also for charging battery using the electricity generated by installing a windmill in fishing vessels. This is then used as navigation device, fish catching device, onboard pipes and drive-power of continuous current device such as the rig device. In installing solar battery in fishing vessels, the best location would be on the bridge of existing vessels. However in most cases, navigational devices are already on the bridge and making room for things like a windmill would be an issue to consider.

3) Biodiesel Fuel

Biodiesel fuel (BDF) which is a general term for fuel used for diesel engine, is a biomass energy made from biological oil. Based on the idea of carbon neutral, the carbon dioxide generated by burning BDF, is not counted as global greenhouse gas emission and thus, is considered to be an environment-friendly fuel. In Japan, vegetable fat and oil such as waste oil of households and commercial tempura oil after getting rid of foreign substances and moisture is used mainly as the basic ingredients. BDF produces fatty acid methyl ester and after the reaction with methanol, BDF is completely free of catalyzer and glycerin as by-product during the production process. Whether mixed with light oil or 100% BDF, the fuel is used for diesel engine and as alternative fuel to light oil. However, there are concerns that need to be taken into consideration when using BDF. First, fuel consumption is not as good since the amount of heat generated is 10% lower compared to light oil. Second, rubber packing and rubber hose may swell as the dissolving power is strong. Third, when changing from light oil to BDF, clogging may happen in filters due to the peeling of grime inside pipes and fuel tank. Although BDF is a good quality fuel which is similar to light oil, it is necessary to ensure the stable supply and production cost for its sustainability.

## III. Actual energy consumption and the estimate of energy consumption reduction effect by type of fishing method

### 1. Actual energy consumption and expected energy saving effect

The total expected energy saving effect for main type of fishing vessels is estimated by applying the energy saving measures described above and the measures described in chapter Ⅳ( setting reasonable temperature for cold storage in fish hold) and Ⅴ(energy saving technology utilizing LED light). Fuel consumption of the main engine and auxiliary engine was estimated separately for each operational status (navigating, operating and anchorage) of the fishing vessels after which the data on actual operation condition and the condition of fuel consumption were obtained. The total expected energy saving effect is examined for 9 fishing vessels which the reliable data on the amount of fuel consumption and operational status were obtained, shown as follows;

(1) deep-sea tuna long-line fishing vessel (Freeze)

(2) coastal tuna long-line fishing vessel (Fresh)

ปัจจุบันมีการนำพลังงานธรรมชาติมาประยุกต์ใช้เช่น ลมและแสงแดด เพื่อนำมาผลิตกระแสไฟฟ้า การใช้พลังงานลมกับการทำประมงไม่เฉพาะกับการขับเคลื่อนเรือเท่านั้นแต่สามารถประจุไฟฟ้าเก็บในแบตเตอรี่โดยใช้ไดนาโมที่ติดตั้งกับหันเรือบนเรือประมง ไฟฟ้าที่ผลิตได้นี้สามารถนำไปเลี้ยงระบบเดินเรือ อุปกรณ์จับปลา ปั๊มน้ำต่างๆ และเป็นแหลงจ่ายไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังมีการติดตั้งระบบแผงโซล่าเซลล์ร่วมกับแบตเตอรี่บนเรือประมงด้วย แบตเตอรี่เหล่านี้ควรวางไว้บนสะพานเดินเรือจะเหมาะสมที่สุด ส่วนใหญ่อุปกรณ์เดินเรือจะติดตั้งบนสะพานเดินเรือซึ่งมีพื้นที่จำกัดอยู่แล้วแต่เมื่อต้องการเพิ่มกังหันลมบนเรือ จึงทำให้พื้นที่ในการวางระบบผลิตไฟฟ้าจากกังหันมีจำกัดไปด้วย

**3) น้ำมัน biodiesel**

น้ำมัน biodiesel (BDF) เป็นน้ำมันสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งเป็นพลังงานที่ทำจากน้ำมันทางชีวภาพ ภายใต้แนวคิดของคาร์บอนจากธรรมชาติหรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้น้ำมันไบโอดีเซลล์ ไม่นับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั่วโลก และถูกพิจารณาว่าเป็นน้ำมันที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ในญี่ปุ่นใช้มันจากพืชและน้ำมันจากพืช เช่น น้ำมันที่ทิ้งจากในครัวและ tempura oil หลังจากที่กำจัดสิ่งแปลกปลอมและความชื้นแล้วจะถูกนำมาใช้เป็นส่วนประกอบหลัก น้ำมัน biodiesel เกิดจาก fatty acid methylester หลังจากมันทำปฏิกิริยากับ methanol โดยไม่ต้องใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาและได้กรีเซอรีนเป็นผลผลิตส่วนเกินจากกระบวนการผลิต

เมื่อนำไบโอดีเซลผสมกับน้ำมัน light oil หรือ biodiesel 100% ถูกใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลเป็นน้ำมันทางเลือกแทน light oil

สิ่งที่ควรคำนึงถึงเมื่อจะใช้น้ำมัน biodiesel คือ 1. การกินน้ำมันไบโอดีเซลไม่ดีเนื่องจากความร้อนที่ได้จะน้อยกว่าน้ำมัน light oil ถึง 10% 2. ประเก็นยางและท่อยางอาจจะโป่งดูดซับพลังงานอย่างมาก 3. เมื่อเปลี่ยนจาก light oil เป็น biodiesel มันอาจจะเกิดการอุดตันที่ฟิวเตอร์ระหว่างการลอกออกของสิ่งสกปรกที่อยู่ในท่อและถังน้ำมัน biodiesel เป็นน้ำมันที่มีคุณภาพดีเหมือน light oil มันจำเป็นต้องแน่ใจว่าจะจัดหาได้มาใช้และต้นทุนการผลิตต้องมีเสถียรภาพเพื่อเป็นสิ่งจูงใจให้มีการนำมาใช้กันอย่างต่อเนื่อง

**III. การใช้พลังงานจริงและการประเมินลดการใช้พลังงานตามชนิดการทำประมง**

**1. การใช้พลังงานจริงและผลที่คาดว่าจะได้รับจากการประหยัดพลังงาน**

การประเมินการประหยัดพลังงานทั้งหมดบนเรือประมง ด้วยการวัดการประหยัดพลังงาน ซึ่งอธิบายก่อนหน้าและวิธีการวัดต่างๆอธิบายในบทที่ 4 (การปรับอุณหภูมิห้องเก็บปลาให้เหมาะสม) และบทที่ 5 (เทคโนโลยีการประหยัดพลังงานด้วยหลอด LED) การกินน้ำมันของเครื่องจักรใหญ่และเครื่องปั่นไฟฟ้าซึ่งวัดอัตราสิ้นเปลืองแยกกันในแต่ละสภาวะคือ ขณะเดินเรือ ขณะทำประมงและขณะทิ้งสมอ ข้อมูลที่วัดได้ประกอบด้วยการประหยัดพลังงานและอัตราการกินน้ำมันจากการวัดการประหยัดพลังงานทั้งหมดบนเรือประมง 9 ลำ ข้อมูลการกินน้ำมันและสถานะการทำงานที่วัดได้ถือว่าเชื่อถือได้ เรือทั้งหมดประกอบไปด้วย

(1) เรือห้องเย็นชนิดเบ็ดราวทูน่าน้ำลึก

(2) เรือเบ็ดราวทูน่าชายฝั่ง

(3) เรือจับ skipjack น้ำลึก

(3) deep-sea skipjack fishing vessel

(4) offshore trawl fishing vessel

(5) small-sized squid fishing vessel

These vessels are operated as chartered vessels or have been used as chartered vessels in the past of which the data obtained by FRA

(7) small-sized pole-and-line fishing vessel

(8) small-sized trawl fishing vessel

The amount of fuel consumption is measured with a fuel flow meter for these vessels.

(9) large-scale saury square net fishing vessel which were used in the energy saving demonstration project conducted by the Fisheries Agency.

The trial calculation results of energy saving effect for each fishing vessel are shown below. It is noted that the energy saving ratio is an approximate maximum value estimated by applying all possible energy saving measures described in chapter Ⅱ, Ⅳand Ⅴ. It is most important to recognize that the energy saving ratio may vary greatly from vessel to vessel and fishery to fishery, depending on the size, the hull form and also operation mode of fishing vessels, etc.. The fuel saving ratio may be also different whichever energy saving measures may have already been taken for the vessel or not. Therefore the results of examples shown below could be used as a reference.

(1) 489-ton class deep-sea tuna long-line fishing vessels (Freeze)

The total fuel consumption was recorded at 849 kl comprising fuel consumption of the main engine (503 kl) and that of the auxiliary engine (346 kl) in one sailing which lasted for 291 days (refer to document 1). However, after all the possible energy saving measures had been conducted, the amount of fuel consumption was estimated at 615 kl indicating an energy saving rate of 28%. For deep-sea tuna long-line fishing vessels which sail for long period of time, it is effective on one hand, to navigate slowly. On the other hand, it is also important to consider that slowing down the speed would increase the amount of fuel consumption of the auxiliary engine since the number of days required for navigating will also increase. It is therefore necessary to decelerate the navigating speed within a range that does not influence the total number of days for fishing operations. Furthermore, the effect could also be expected from improvements in the appendages of the hull, form of the bow and engine parts if there are still rooms for improvement for such parts.

(2)149-ton class coastal tuna long-line fishing vessels (Fresh)

The total fuel consumption was 325 kl which includes the fuel consumption of the main engine at 233 kl and that of the auxiliary engine at 92 kl for 6 sails that lasted 209 days (refer to document 2). After all the possible energy saving measures had been conducted, the amount of fuel consumption was estimated at 231 kl showing an energy saving rate of 29%.

(4) เรืออวนล้อมขนาดใหญ่

(5) เรืออวนลากนอกชายฝั่ง

(6) เรือจับหมึกขนาดเล็ก

FRA รวบรวมข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงจาก เรือที่ทำประมงได้รับอนุญาตถูกต้องและทำประมงอย่างถูกต้อง

(7) เรือเบ็ดขนาดเล็ก

(8) เรืออวนลากขนาดเล็ก

ทำการวัดอัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงบนเรือประมงนี้ด้วยมิเตอร์วัดอัตราการไหล

(9) เรือจับปลาเซารีขนาดใหญ่ภายใต้โครงการการสาธิตการประหยัดพลังงานของ FRA

ผลการคำนวณการประหยัดพลังงานของเรือประมงแต่ละลำแสดงดังข้างล่าง ตัวชี้วัดระบุว่าอัตราการประหยัดพลังงานเป็นค่าประมาณที่มากที่สุดประเมินจากการวัดการประหยัดพลังงานจากบทที่ 2, 4 และ 5 สิ่งสำคัญที่สุดที่ทำให้ค่าอัตราส่วนการประหยัดพลังงานเปลี่ยนแปลงมากในเรือแต่ละลำ หรือในการทำประมงแต่ละชนิด เนื่องจากขนาดเรือ รูปร่างเรือ และวิธีการทำประมงของเรือแต่ละลำที่ไม่เหมือนกัน อัตราส่วนการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงอาจจะแตกต่างกันแม้จะได้ทำการวัดหรือไม่ได้ทำการวัดก็ตาม ดังนั้นผลที่ได้จากการวัดแสดงดังข้างล่างซึ่งใช้เป็นอ้างอิง

(1) เรือประมงเบ็ดราวทุ่นน้ำลึกขนาด 489 ตัน (มีห้องแช่แข็ง)

ผลรวมการใช้น้ำมันทั้งหมดอยู่ที่ 849 กิโลลิตร ประกอบด้วยการใช้น้ำมันของเครื่องจักรใหญ่ 503 กิโลลิตร และของเครื่องปั่นไฟฟ้า 346 กิโลลิตร ในการแล่นเรือหนึ่งเที่ยวนาน 291วัน (อ้างอิงจากเอกสารฉบับที่ 1) หลังจากผ่านการวัดการประหยัดพลังงานอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเป็น 615 กิโลลิตร ลดลงถึง 28% สำหรับเรือเบ็ดราวทุ่นน้ำลึก ที่เดินเรือเป็นระยะเวลานาน มันจะมีประสิทธิภาพถ้าแล่นเรือช้าลง ต้องพิจารณาการลดความเร็วลง เนื่องจากจะไปเพิ่มจำนวนการใช้น้ำมันของเครื่องปั่นไฟฟ้าทำให้จำนวนวันในการเดินเรือเพิ่มขึ้น ดังนั้นจะต้องเดินเรือให้ช้าลงโดยไม่มีผลต่อจำนวนวันทั้งหมดในการทำประมง ยิ่งไปกว่านั้นผลที่คาดว่าจะได้รับจากการปรับรูปร่างส่วนที่ยื่นจากตัวเรือใต้น้ำ แบบหัวเรือ และส่วนประกอบเครื่องยนต์ ยังมีช่องทางในการปรับปรุงให้ดีขึ้น

(2) เรือประมงเบ็ดราวชายฝั่งขนาด 149 ตัน

การใช้น้ำมันทั้งหมดอยู่ที่ 325 กิโลลิตร ประกอบด้วยการใช้น้ำมันของเครื่องจักรใหญ่ 233 กิโลลิตร และเครื่องปั่นไฟ 92 กิโลลิตร ในการเดินเรือ 6 เที่ยว ระยะเวลา 209 วัน (อ้างอิงจากเอกสารฉบับที่ 2) หลังทำการติดตั้งระบบวัดเพื่อประหยัด จำนวนของการใช้น้ำมันเป็น 231 กิโลลิตร ลดการใช้พลังงานได้ถึง 29%

Decelerating the navigation speed is effective for coastal tuna long-line fishing which requires many sails. It is important to consider that slowing down the speed will increase the amount of fuel consumption of the auxiliary engine because the days required for navigating will also increase. It is therefore necessary to decelerate the navigating speed within the range which would not influence the number of days for fishing operation. Furthermore, the effect can be expected by improving the appendages of the hull, form of the bow and engine parts if there are still rooms for improvement of such parts.

(3)499-ton class deep-sea skipjack fishing vessels (Freeze)

Total fuel consumption was 853 kl: fuel consumption of main engine 507 kl and that of auxiliary engine 345 kl for 4 sails lasting 250 days (refer to document 3). Assuming all possible energy saving measures had been conducted, the amount of fuel consumption would be estimated at 654 kl and an energy saving rate of 23%.

Decelerating the navigation speed is effective for deep-sea skipjack fishing vessels navigating for a long period of time. However, it is important to consider that slowing down the speed will increase the amount of fuel consumption of the auxiliary engine since the number of days required for navigating will also increase. It is therefore, necessary to decelerate the navigation speed within the range that would not influence the total number of days for the fishery. Furthermore, the effect can also be expected by improving the appendages of the hull, form of the bow and engine parts where improvements of the parts are still possible.

(4)349-ton class large-scale purse seine fishing vessels

Total fuel consumption was 1,756 kl, comprising fuel consumption of the main engine at 1,112 kl and that of 3 auxiliary engines 644 kl for 5 sails lasting 258 days (refer to document 4). Assuming all possible energy saving measures had been conducted, the amount of fuel consumption would be estimated at 1,497 kl and an energy saving rate of 15%.

Decelerating the navigation speed is effective for large-scale purse seine fishing vessels which navigate for long period of time. However, it is important to consider that slowing down the speed will increase the amount of fuel consumption of the auxiliary engine because the number days required for navigation will also increase. It is therefore, necessary to decelerate the navigating speed within the range that will not influence the number of days for the fishery. Furthermore, the effect can be expected by improving the appendages of the hull, form of the bow and engine parts that could still be improved.

(5)60-ton class offshore pair trawl fishing vessels

The total fuel consumption was 394 kl, of which the fuel consumption of 2 main engines is 341 kl and that of the auxiliary engine is 53 kl for 29 sails lasting 136 days (refer to document 5). When all possible energy saving measures had been conducted, the amount of fuel consumption would be estimated at 257 kl indicating an energy saving rate of 35%. For trawl fishing vessels, using low-resistance fishing gear is effective. However, it should be considered that trawling with the fuel handle of the engine in the same position as with the conventional fishing gear will make the vessel navigate faster and eventually the

การลดความเร็วในการเดินเรือลงเหมาะกับการทำประมงเบ็ดราวทูน่าที่ต้องเดินเรือหลายเที่ยว การแล่นเรือช้าลงจะเพิ่มจำนวนการใช้น้ำมันของเครื่องปั่นไฟมากขึ้น เพราะจำนวนวันในการแล่นเรือเพิ่มขึ้น ดังนั้นจะต้องเดินเรือให้ช้าลงโดยไม่มีผลต่อจำนวนวันทั้งหมดในการทำประมง ยิ่งไปกว่านั้นผลที่คาดว่าจะได้รับจากการปรับรูปร่างส่วนที่ยื่นจากตัวเรือใต้น้ำ แบบหัวเรือ และส่วนประกอบเครื่องยนต์ ยังมีช่องทางในการปรับปรุงให้ดีขึ้น

(3) เรือประมง skipjack น้ำลึกขนาด 499 ตัน

จำนวนการใช้น้ำมันทั้งหมดอยู่ที่ 853 กิโลลิตร ซึ่งประกอบด้วยการใช้น้ำมันของเครื่องจักรใหญ่ 507 กิโลลิตร และของเครื่องปั่นไฟ 345 กิโลลิตร เดินเรือ 4 เที่ยว ระยะเวลานาน 250 วัน (อ้างอิงจากเอกสารฉบับที่ 3) หลังจากติดตั้งระบบวัดเพื่อประหยัดน้ำมัน จำนวนของการใช้น้ำมันเป็น 654 กิโลลิตร ประหยัดน้ำมันได้ถึง 23%

การลดความเร็วในการเดินเรือลงเหมาะกับการทำประมง skipjact น้ำลึก ที่ต้องการแล่นเรือระยะเป็นเวลานาน อย่างไรก็ดีมันสำคัญที่ต้องพิจารณาว่าการแล่นเรือช้าจะเพิ่มจำนวนการใช้น้ำมันของเครื่องยนต์รอง ทำให้วันในการแล่นเรือเพิ่มขึ้นจำเป็นต้องให้เรือแล่นช้าลง ที่ไม่มีผลต่อความยาวของเชือกโยงหัวเรือ

(4) เรืออวนลากขนาดใหญ่ 349 ตัน

การใช้น้ำมันทั้งหมดอยู่ที่ 1,756 กิโลลิตร ประกอบด้วยการใช้น้ำมันของเครื่องจักรใหญ่ 1,112 กิโลลิตร และของเครื่องปั่นไฟ 3 เครื่อง กินน้ำมัน 644 กิโลลิตร ในการแล่นเรือ 5 เที่ยว ระยะเวลานาน 258 วัน (อ้างอิงจากเอกสารฉบับที่ 4) หลังจากติดตั้งระบบวัดเพื่อประหยัดน้ำมัน จำนวนของการใช้น้ำมันเป็น 1,497 กิโลลิตร ประหยัดน้ำมันได้ถึง 15%

(5) เรืออวนลากคู่ขนาด 60 ตัน

การใช้น้ำมันทั้งหมดอยู่ที่ 394 กิโลลิตร ประกอบด้วยการใช้น้ำมันของเครื่องจักรใหญ่ 2 เครื่องจำนวน 341 กิโลลิตร และเครื่องปั่นไฟ 53 กิโลลิตร ในการเดินเรือ 29 เที่ยว ระยะเวลานาน 136 วัน (อ้างอิงจากเอกสารฉบับที่ 5) หลังจากติดตั้งระบบวัดเพื่อประหยัดน้ำมัน จำนวนของการใช้น้ำมันเป็น 257 กิโลลิตร ประหยัดน้ำมันได้ถึง 35%

สำหรับเรืออวนลากควรเลือกใช้เครื่องมือประมงที่มีแรงต้านน้ำต่ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเดินเรือ คำนึงถึงทั้งการลากและการประหยัดน้ำมันเวลาเดียวกัน ซึ่งในเครื่องมือประมงทั่วไปจะกินน้ำมันมากเมื่อความเร็วเรือเพิ่มขึ้น ยิ่งไปกว่านั้นผลที่คาดว่าจะได้รับจากการปรับรูปร่างส่วนที่ยื่นจากตัวเรือใต้น้ำ แบบหัวเรือ และส่วนประกอบเครื่องยนต์ ยังมีช่องทางในการปรับปรุงให้ดีขึ้น

energy saving effect will be less. Furthermore, the effect can be expected by improving the appendages of the hull, form of the bow and engine parts that could still be improved.

(6)133-ton class saury square net fishing vessel (only for the operation of saury fishing)

The total fuel consumption was 324 kl of which the fuel consumption of the main engine is 192 kl and that of the auxiliary engine is 132 kl for 103 sails lasting 136 days (refer to document 6). After all possible energy saving measures had been conducted, the amount of fuel consumption would be estimated at 195 kl and an energy saving rate of 40%. In saury square net fishing, using LED fishing light is a good way of saving energy. Changing from incandescent lamp and metal halide lamp for a total of 628 kW to LED fishing light 86 kW, with the electricity on board remains at the same amount, about 71% of energy is expected to be saved during the fishing operation. Certain amount of effect can be expected by improving the appendages of the hull, form of the bow and engine parts in case the navigation speed can be decelerated or in case there is room for improving such parts.

(7)14-ton class small-sized squid fishing vessels

The fuel consumption of the main engine was 85 kl for the total annual operation of 3,144 hours (refer to document 7). Assuming that all the possible energy saving measures had been conducted, the amount of fuel consumption would be estimated at 59 kl indicating an energy saving rate of 31%. In squid fishing, using LED fishing light is a good means of saving energy. Changing the metal halide lamp of 628 kW to LED fishing light of 45 kW and metal halide lamp of 45 kW, and with the electricity on board remains the same amount, about 34% of energy is expected to be saved during the operation.

(8)7-ton class small-sized pole-and-line fishing vessels

Fuel consumption of the main engine is 32 kl for the annual operation of 1,674 hours (refer to document 8). Assuming all the possible energy saving measures had been conducted, the amount of fuel consumption would be estimated at 26 kl and an energy saving rate of 20%. The load factor during inward voyage could be up to about 50% and it would be necessary to decrease the engine power when the old engine is replaced with a new one. This implies that the effect of energy saving is big if the engine is replaced by another one with proper power.

(9) 9.9-ton class small-sized trawl fishing vessels

The fuel consumption of the main engine is 65 kl for the annual operation of 2,395 hours (refer to document 9). Assuming all the possible energy saving measures had been conducted, the amount of fuel consumption would be estimated at 61 kl and energy saving rate is 7%. Decelerating the speed during operation is not an effective way to save energy for small-sized trawl fishing vessels as the fishing grounds are close. Reviewing the composition of the fishing gear to reduce the resistance to the extent possible, could save energy during the operation. As for small-sized coastal fishing vessels, 5%-10% of energy saving can be expected by replacing the engine which had been used for a long time to a new one, this approach may not be profitable if the sole goal is energy saving.

(6) เรือประมงจับปลาเซาริ่ขนาด 133 ตัน (จับเฉพาะปลาเซาริ่เท่านั้น)

การใช้น้ำมันทั้งหมดอยู่ที่ 324 กิโลลิตร ประกอบด้วยการใช้น้ำมันของเครื่องจักรใหญ่ 192Kl และเครื่องปั่นไฟ 132 กิโลลิตร ในเการเดินเรือ 103 เที่ยวระยะเวลา 136 วัน (อ้างอิงจากเอกสารฉบับที่ 6) หลังจากติดตั้งระบบวัดเพื่อประหยัดน้ำมัน จำนวนของการใช้น้ำมันเป็น 195 กิโลลิตร ประหยัดน้ำมันได้ถึง 40% ในเรือ saury square net fishing ใช้ LED เป็นแสงไฟล่อปลาซึ่งเป็นวิธีที่ดีในประหยัดพลังงาน ถ้าเราเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าจากincandesecent lamp และ metal halide lamp กินไฟฟ้า 628 กิโลวัตต์ มาใช้หลอด LED ขนาด 86 กิโลวัตต์ ที่ให้ความสว่างเท่ากัน จะประหยัดไฟฟ้าได้ถึงประมาณ 71% ในระหว่างทำประมง ยิ่งไปกว่านั้นผลที่คาดว่าจะได้รับจากการปรับรูปร่างส่วนที่ยื่นจากตัวเรือใต้น้ำ แบบหัวเรือ และส่วนประกอบเครื่องยนต์ ยังมีช่องทางในการปรับปรุงให้ดีขึ้น

(7) เรือประมงจับหมึกขนาดเล็ก 14 ตัน

การใช้น้ำมันของเครื่องจักรใหญ่ อยู่ที่ 85 กิโลลิตร จำนวนเวลาทำประมง 3,144 ชั่วโมง (อ้างอิงจากเอกสารฉบับที่ 7) หลังจากติดตั้งระบบวัดเพื่อประหยัดน้ำมัน จำนวนของการใช้น้ำมันเป็น 59 กิโลลิตร ประหยัดน้ำมันได้ถึง 31% ในการจับหมึกด้วย LED เป็นวิธีที่ดีในการประหยัดพลังงาน ถ้าเราเปลี่ยนจากใช้ metal halide lamp ขนาดกำลัง 628 กิโลวัตต์ มาใช้ LED ขนาด 45 กิโลวัตต์ ผสมหลอด metal halide lamp 45กิโลวัตต์ ที่ใช้ไฟฟ้าบนเรือจำนวนเท่ากัน ประมาณ 34% ของพลังงานที่คาดว่าจะประหยัดระหว่างทำการประมง

(8) เรือประมงเบ็ดขนาดเล็ก 7ตัน

เครื่องจักรใหญ่กินน้ำมัน 32 กิโลลิตร ระยะเวลาทำประมง 1,674 ชั่วโมง (อ้างอิงจากเอกสารฉบับที่ 8) หลังจากติดตั้งระบบวัดเพื่อประหยัดน้ำมัน จำนวนของการใช้น้ำมันเป็น 26 กิโลลิตร ประหยัดน้ำมันได้ถึง 20% จำนวนของ ปัจจัยในการบรรทุกระหว่างเดินทางกลับจะเพิ่มขึ้นประมาณ 50% และจำเป็นต้องลดกำลังของเครื่องยนต์เมื่อเปลี่ยนเครื่องยนต์ใหม่ สิ่งนี้บอกให้เห็นถึงความสำคัญของการประหยัดน้ำมันมีมาก ถ้าเปลี่ยนเครื่องยนต์ใหม่ที่เหมาะสมกับขนาดเรือ

(9) เรือประมงอวนลากขนาดเล็ก 9.9 ตัน

การใช้น้ำมันของเครื่องจักรใหญ่อยู่ที่ 65 กิโลลิตร ระยะเวลาทำประมง 2,395 ชั่วโมง (อ้างอิงจากเอกสารฉบับที่ 9) หลังจากติดตั้งระบบวัดเพื่อประหยัดน้ำมัน จำนวนของการใช้น้ำมันเป็น 61 กิโลลิตร ประหยัดน้ำมันได้ถึง 7% การแล่นเรือช้าลงเป็นวิธีที่ไม่ช่วยในการประหยัดพลังงานสำหรับเรือ small size trawl fishing vessel เพราะแล่นเรือเข้าใกล้ชายฝั่ง ควรใช้เครื่องมือประมงที่ลดแรงต้านน้ำจะช่วยในการประหยัดพลังงานระหว่างทำประมงได้ขณะที่เรือประมงชายฝั่งขนาดเล็ก คาดว่าจะลดพลังงานได้ 5%-10% โดยการเปลี่ยนเครื่องยนต์ที่ใช้มานานแล้วเป็นเครื่องยนต์ใหม่ อย่างไรก็ดี ถ้าทำเช่นนี้อาจจะไม่ได้กำไรถ้าเพื่อการประหยัดพลังงานอย่างเดียว

**2.การประเมินเทคโนโลยีประหยัดพลังงานที่ใช้อยู่และความท้าทายในอนาคต**

2. Evaluation of existing energy saving technology and the challenges for the future

The abovementioned cases show the estimated energy saving effect and the actual consumption condition by size and type of fishing vessels. As the results, it is clear that the operational measures such as the slowing down the speed could be most effective means of saving energy. In addition, it is important to note that operational measures will required no any new equipment or more cost, that is, cost-free. However, it is possible that people onsite are not aware of the fact and such measures have been implemented. In the future, it is necessary to actively promote such measures to the fishing industry onsite through meetings and consultations with stake holders.

Nevertheless, it should also be understood that the necessary cost of energy saving technology concerning fishing method, fishing gear, and remodeling of engine and hull may vary greatly depending on the specifications of fishing vessels, and the expected effect which will also vary greatly depending on each vessel and the type of fishery. As the price of fuel oil continues to fluctuate, it would be difficult to uniformly estimate the cost-benefit performance of introducing energy saving technology, making it also difficult to extend and apply the technology. In the future, it would be necessary to work towards compiling more cases through the research conducted by FRA and projects implemented by the Fisheries Agency. Moreover, it would also be necessary to draft a guideline on how to determine the cost-benefit performance and the suitability among the different technologies based on the results of the case studies. Moreover, most of the existing technologies that have been compiled are applicable to fishing vessels operating in offshore and in the deep-seas, but such measures are not adequate for small-sized coastal fishing vessels except for the operational software aspect. Urgent consideration concerning countermeasures for small-sized coastal fishing vessels is therefore necessary in the future. Basically, it would be more efficient to search fish through group operations and also utilizing satellite information as well as shortening the navigation time and distance in order to reduce the energy consumption per fish catch. Forming small groups of fishing vessels to do purse seine fishing would also be important. This issue should be addressed in a comprehensive manner not only in terms of saving energy and saving on costs but also in improving the safety, working environment of crews and profitability in order to change the structure of capture fisheries.

Furthermore, in order to introduce specific energy saving technology, fisheries engineering (bridging the gap between fishermen and experts on research and development) and respective technical instructions and advice are necessary. Therefore, in addition to the suggested meetings in the fishing communities onsite as mentioned earlier, there is a need for concerned research institutes, administrative departments, shipyards, fishing gear manufacturers, and fishing organizations enhance cooperation and establish a framework to support fisheries engineering including the development of human resources.

## IV. Setting proper temperature for cold storage in fishery warehouse

In fishery industry, especially in fishery product processing industry, cold storage is important in order to manage hygiene control of fishery products, maintain freshness, control quality, keep the high quality of products and keep it high value-added. It has been considered that the lower the storage temperature is, the more effective it is to keep the quality high. However, keeping the temperature low

ตามที่แสดง การประเมินผลการประหยัดพลังงานและข้อกำหนดการใช้จริงตามขนาด และชนิดของเรือประมง ผลที่ได้ค่อนข้างชัดเจนว่าการประหยัดน้ำมัน เช่น การลดความเร็วลงมีผลให้ประหยัดพลังงาน นอกจากนี้การวัดการทำงาน ไม่เสียค่าใช้จ่ายมากหรือแม้กระทั้งไม่มีค่าใช้จ่ายเลย อย่างไรก็ดีมันยากที่จะพูดว่าคนในพื้นที่รู้ถึงความจริงข้อนี้และตัววัดที่ทำให้เป็นผลสำเร็จ ในอนาคตจำเป็นต้องเผยแพร่เครื่องมือวัดต่างๆ ในการทำประมงด้วยการประชุมและปรึกษาหารือกับผู้ที่เกี่ยวข้อง

อย่างไรก็ตาม เราจำเป็นต้องเข้าใจถึงเทคโนโลยีการประหยัดพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการทำประมง เครื่องมือประมง การเปลี่ยนเครื่องยนต์หรือตัวเรือใหม่ขึ้นกับชนิดเรือประมง และผลในการประหยัดพลังงานเปลี่ยนแปลงอย่างมากขึ้นอยู่กับชนิดเรือและการทำประมง ขณะที่ราคาน้ำมันขึ้นลงไม่แน่นอนจึงยากที่จะประเมินเทคโนโลยีประหยัดพลังงานที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด นำไปสู่ความยุ่งยากในการใช้เทคโนโลยีประหยัดพลังงาน ในอนาคตจำเป็นต้องมีการทำวิจัยซึ่งดำเนินการโดย FRA และโครงการต่างๆ จะถูกดำเนินการให้ลุล่วงด้วยตัวแทนประมง ยิ่งไปกว่านั้นต้องทำการวางแนวทางเพื่อหาต้นทุนและกำไรอย่างมีประสิทธิภาพ และความเหมาะสมของเทโนโลยีประหยัดพลังงานโดยอ้างอิงจากผลการศึกษาวิจัย นอกจากนี้เทคโนโลยีที่ใช้กันอยู่นี้ยังถูกรวบรวมและนำไปใช้กับเรือประมงทั้งเรือประมงนอกชายฝั่งและน้ำลึก แต่การวัดการกินน้ำมันเชื้อเพลิงต่างๆ ไม่เหมาะสมที่จะใช้กับเรือประมงขนาดเล็ก แต่ในอนาคตอันใกล้ต้องรีบหาวิธีวัดการประหยัดพลังงานอย่างอื่นเพื่อใช้กับเรือประมงขนาดเล็ก แต่โดยพื้นฐานแล้วเพื่อให้การประหยัดพลังงานได้ประสิทธิภาพควรดำเนินการผ่านกลุ่มประมงและการใช้ข้อมูลทางดาวเทียมเพื่อหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการเดินเรือซึ่งจะช่วยลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงต่อการจับ การรวมกลุ่มเล็กๆ ในการทำประมงอวนล้อมเป็นสิ่งจำเป็น ปัญหานี้ไม่ได้เน้นเฉพาะความเข้าใจในเรื่องของการประหยัดพลังงานและลดต้นทุนแต่รวมถึงความปลอดภัย สิ่งแวดล้อมในการทำงาน กำไรที่จะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการทำประมง

ยิ่งไปกว่านั้นเพื่อนำเสนอเทคโนโลยีการประหยัดพลังงาน วิศวกรรมประมง (การเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างชาวประมงและผู้เชี่ยวชาญในด้านงานวิจัยและพัฒนา) รวมถึงเทคนิคการสอนที่น่าเชื่อถือ และคำแนะนำที่จำเป็น ดังนั้นจึงต้องมีการจัดประชุมให้กับกลุ่มประมงต่างๆ ที่ระบุไว้ก่อนหน้า ซึ่งเกี่ยวข้องกับสถาบันวิจัย ฝ่ายบริหาร อู่ต่อเรือ ผู้ผลิตเครื่องมือประมง และองค์การประมง ซึ่งส่งเสริมความร่วมมือและทำให้เกิดแนวทางการทำงานเพื่อสนับสนุนงานทางด้านวิศวกรรมประมงในการพัฒนาบุคลากรต่อไป

**IV.การตั้งอุณหภูมิความเย็นห้องเก็บปลาที่เหมาะสม**

ในอุตสาหกรรมประมง โดยเฉพาะอุตสาหกรรมแปรรูปสัตว์น้ำ ห้องเก็บความเย็นมีความสำคัญอย่างยิ่งเพื่อควบคุมสุขอนามัยของผลิตภัณฑ์ประมง รักษาความสด ควบคุมคุณภาพ เก็บรักษาคุณภาพและเพิ่มมูลค่า ห้องเย็นควรปรับให้อยู่ที่อุณหภูมิที่ต่ำกว่านี้จะทำให้มีประสิทธิภาพมากในการทำให้มีผลิตภัณฑ์มีคุณภาพสูง อย่างไรก็ดีการเก็บในอุณหภูมิที่ต่ำทำให้ใช้พลังงานน้อยแต่เพิ่มภาระให้กับคนที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตและการตลาด ทูน่าแช่แข็งจะถูกเก็บรักษาแตกต่างจากปลาแช่เข็งทั่วไป เพราะมันเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีราคาสูงมาก ทันทีที่จับปลาทูน่าได้ต้องแช่แข็ง (ที่

consumes a lot of energy and this also increases the burden for the people who are involved with the process of production to processing and marketing. Frozen tuna in particular is treated completely different from other frozen fish as it is considered an extremely product. Immediately after being caught, tuna are rapidly frozen (-55 degrees) and the temperature of storage of products is extremely low (under -50 degrees) as well, therefore a great deal of energy is consumed in the fishery warehouse on the vessel and in onshore facilities. It is necessary to understand accurately the relation between the storage temperature of fishery products and quality preservation and reconsider proper storage temperature of fishery products in order to promote energy saving.

1. Refrigerant gas of refrigerating appliance

Domestic supplied amount of sashimi tuna in 2006 was 408,000 tons and among them, frozen products accounted for 291,000 ton. (Domestic: 123,00 tons, Imported: 168,000 tons ) (2006; Distribution Statistics of fishery products/ Japan Trade Statistics). Extreme low temperature storage of Tunas was supported by designated chlorofluorocarbon (R22) which was used as refrigerant gas of refrigerating appliance. However, regulation for chlorofluorocarbon (R22) has started according to Montreal Protocol due to global environmental issues, and its production should be abolished totally by 2012. Ozone depletion potential of alternative for chlorofluorocarbon (R134a, R404A etc.) is 0, yet it has a high global warming potential. Therefore, there is emission constraint against it. Natural refrigerant (NH3, CO2) refrigerating appliance is more expensive than the conventional products making it difficult to control temperature under -45 degree with about the same cost as fluorocarbon refrigerant. Therefore tackling the issue is urgent as currently it is common to store under -50 degrees on fishing vessels and in the onshore facilities.

2. Processing and storage of tuna after being caught

Tuna which were caught by deep-sea tuna long-line fishery will be processed by removing nerves, blood, gut and head , and after removal, rapid freezing will be done for 36-48 hours (air blast freezing) which will make it frozen products by making the temperature of the center of fish under -55 degrees. Many fishing vessels store frozen tuna in fishery warehouse in extremely low temperature (under -50 degrees) which is as cold as the temperature inside the fishery warehouse of carrying vessels and freezing containers. The time required from fishing of tuna until catching landing is shorted 6months, generally within 12 months and in rare cases it may take as long as 18 months.

After catch landing, fish will go through a various processing and distribution routes and will reach the consumers. In general, the storage period in onshore refrigerators is 2 to 6 months for lean fish such as Thunnus obesus and Thunnus albacares which are carried in all year round and 12 months for fish with a lot of fat such as southern bluefin tuna and bluefin tuna as they are sold until next season. Both of them are stored in general under -50 degrees in extreme low-temperature refrigerator. Furthermore, cold storage period for extreme low-temperature refrigerator near consuming region including the storage period for fish with a lot of fat is about 2 months.

As just described, frozen tuna are storage under -50 degrees without temperature change inside the

อุณภูมิ -55 องศา) ทันที และอุณหภูมิห้องเก็บปลาทูน่าต้องต่ำมาก (ต่ำกว่า -50 องศา) ด้วย ดังนั้นจึงใช้ไฟฟ้ามากในห้องเก็บปลาบนเรือและบนฝั่ง สิ่งสำคัญมากคือต้องทำความเข้าใจอย่างกระจ่างถึงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในห้องเก็บปลา การเก็บรักษาคุณภาพและการพิจารณาอุณหภูมิห้องเก็บปลาที่เหมาะสมอีกครั้งเพื่อส่งเสริมการประหยัดพลังงาน

**1. สารทำความเย็นของตู้แช่แข็ง**

ปริมาณ sashimi tuna ที่จัดส่งให้ภาคครัวเรือนในปี 2006 ประมาณ 408,000 ตัน ซึ่งประกอบด้วย ผลิตภัณฑ์แช่แข็ง 291,000 ตัน (บริโภคในประเทศ 123,000 ตัน ส่งออก 168,000 ตัน) ( 2006 : สถิติการกระจายผลิตภัณฑ์ประมง/สถิติการค้าประเทศญี่ปุ่น) ห้องเก็บปลาทูน่าที่ใช้อุณหภูมิที่ต่ำมากถูกออกแบบให้ใช้ chlorofluorocar bon (R22) เป็นก๊าซทำความเย็นของตู้แช่แข็ง อย่างไรก็ดีตามพิธีสาร Montreal Protocol ได้ออกกฎให้ chlorofluorocarbon (R22) และผลิตภัณฑ์ ต้องหยุดทำการผลิตอย่างสิ้นเชิงในปี 2012 แม้ว่าอนุพันธ์ตัวอื่นของ chlorofluorocarbon (R134a, R404A etc.) มีศักยภาพในการทำลายโอโซนเป็นศูนย์ แต่มันยังคงมีศักยภาพในการทำให้โลกร้อน ดังนั้นจึงมีการบังคับการปล่อยก๊าซเหล่านี้ สารทำความเย็นที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (NH3, CO2) ที่ใช้ในตู้แช่แข็งยังคงมีราคาแพงมากกว่าผลิตภัณฑ์ทั่วไป ทำให้มันยากที่จะควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำกว่า -45 องศา ด้วยต้นทุนเดียนกับการใช้สารทำความเย็น chlorofluorocarbon ดังนั้นการจัดการกับปัญหานี้ต้องเร่งทำอย่างเร่งด่วน เพราะปัจจุบันนี้ปลาทูน่าต้องถูกเก็บอยู่ในอุณหภูมิที่ต่ำกว่า -50 องศาบนเรือประมงและบนฝั่ง

**2. กระบวนการและการเก็บรักษาปลาทูน่าหลังการจับ**

ปลาทูน่าที่ถูกจับมาจากเรือเบ็ดทูน่าน้ำลึกจะผ่านกระบวนการเอาเส้นประสาท เลือด ไส้พุง และหัวออกหลังจากนั้นต้องรีบแช่แข็งภายใน 36-48 ชั่วโมง (air blast freezing) ทำให้อุณหภูมิกลางตัวปลาต่ำกว่า -55 องศา เรือประมงส่วนมากเก็บปลาทูน่าแช่แข็งในอุณหภูมิที่ต่ำมาก (ต่ำกว่า -50 องศา) ซึ่งอุณหภูมิจะต้องเย็นเท่ากับอุณหภูมิภายในห้องเก็บปลาของเรือขนถ่าย และตู้แช่แข็ง เวลาในการจับปลาทูน่าจนถึงฝั่งต้องต่ำกว่า 6 เดือน ซึ่งโดยทั่วๆ ไปใช้เวลา 12 เดือน และในบางกรณีอาจใช้เวลายาวถึง 18 เดือน

หลังจากถึงฝั่ง ปลาจะถูกผ่านกระบวนการต่างๆ และกระจายจนถึงผู้บริโภค โดยทั่วไประยะเวลาการเก็บในตู้เย็นบนฝั่งอยู่ที่ 2-6 เดือนสำหรับปลาที่ไม่มีไขมัน เช่น Thunnusobesus และ Thunnusalbacares ซึ่งจะจับได้ตลอดทั้งปี และเก็บ 12 เดือนสำหรับปลาที่มีไขมันมาก เช่น southern bluefin tuna และ bluefin tuna เพราะมันจะถูกขายจนถึงฤดูถัดไป ปลาทั้ง 2 อย่างนี้จะถูกเก็บในอุณหภูมิต่ำกว่า -50 องศาในตู้เย็นที่ตั้งอุณหภูมิต่ำมาก ยิ่งไปกว่านั้น ช่วงเวลาในการแช่ปลาทูน่าในตู้แช่อุณหภูมิต่ำจุดความเย็นของตู้เย็นที่ตั้งอุณหภูมิต่ำจะใกล้กับจุดความเย็นในตู้เย็นของผู้บริโภค รวมทั้งระยะเวลาเก็บปลาที่มีไขมันมอยู่ประมาณ 2 เดือน

ตามที่อธิบายแล้ว ปลาทูน่าแช่แข็งเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า -50 องศา โดยที่อุณหภูมิภายในตู้เก็บบนเรือ ระหว่างขนใส่เรือขนถ่ายและตู้เก็บ และขึ้นบนฝั่งจะไม่เปลี่ยน อย่างไรก็ดีอุณหภูมิของตัวปลาอาจจะเปลี่ยนเมื่อเปิดประตูลม เช่น ย้ายปลาจากเรือประมงไปเรือขนถ่าย ระหว่างการถ่ายจากเรือขนถ่ายไปตู้เก็บอุณหภูมิต่ำมากบนฝั่ง เมื่ออยู่ที่ตลาด เมื่อ

fishery warehouse on the vessel, during transport by carrying vessel and containers and in onshore. However the temperature of fish body may change when being exposed to outdoor air such as when moving from fishing vessels to carrying vessels, during transfer from carrying vessels to extreme low-temperature refrigerator in onshore, when being on the market, when it is being processed , during transfer and at the time of sale. According to the survey by FRA, if the fish is exposed to outdoor air of 18 degrees for 3 hours when being on the market, it is confirmed that the temperature of the center of fish increases about 17 degrees.

3. Energy saving effect after turning up the storage temperature

According to preliminary calculation by FRA, raising the temperature of fishery warehouse to store frozen tuna from extreme low-temperature -50 degrees to -40 degrees, in terms of fuel 7% of annual consumption is expected to be reduced. Average fuel consumption rate per 1 sail day of deep-sea tuna long-line fishing vessels is 3.0 kl. Assuming that annual operation period is 320 days and the total number of vessels is 360 (As of May, 1997), annual fuel consumption rate by deep-sea tuna long-line fishing vessels would be 345,000 kl. If it will be possible to raise the temperature of fishery warehouse from conventional extreme low-temperature (-50 degrees) to -40 degrees to ~ 45 degrees, 15~40 % of power consumption can be reduced. Furthermore, general packing material can be used instead of special packing material for extreme low-temperature and this may lead to cost saving.

4. Agenda concerning frozen storage of tuna to be examined in the future

Frozen tuna are stored in extreme low-temperature. (Under -50 degrees) However, scientific basis concerning the relation between quality and the storage temperature is not clear. Deep-sea tuna long-line fishing vessels in particular received requests from stake holders to differentiate it from other fishing vessels which deal with frozen products as if it is competing with other fishing vessels. Using extreme low-temperature in cold storage became widespread on a parallel with the increase in performance of cooling system due to the use of fluorocarbon refrigerant. According to experimental research and literature in the past, there is no scientific knowledge which say that cold storage in the temperature lower than -40 degrees is necessary in order to ensure quality when storing tuna for a long period of time.

According to quality assurance period by temperature during onshore storage of tuna frozen on vessel (Quality assurance period judging from the degree of discoloration of tuna meat) in the collection of papers by Japan Society of Refrigerating (Vol. 1 No.1-2,1984), quality assurance limit of Thunnus obesus which is a typical lean fish used for sashimi is more than 17 months when stored under -40 degrees judging from metmyoglobin condition which is an index of browning of fish meat. This indicates that if tuna which are frozen rapidly on the vessel as usual are stored under -40 degrees in fishery warehouse and in onshore facility, the quality (color) is controlled. As there is no knowledge about the relation between quality preservation and cold storage temperature of bluefin tuna and other fish which have a lot of fat and the effect to quality when storing for a long period of time which exceeds the usual term from fish catch until consumption. (Generally about 1 year and half), there is a need to examine more in the future. Currently, thanks to the progress of equipment and management technology, it is possible to store in nearly constant

มันอยู่ในกระบวนการระหว่างการถ่ายและเวลาขาย ตามการสำรวจของ FRA ถ้าประตูถูกเปิดที่อุณหภูมิ 18 องศาเป็นเวลา 3 ชั่วโมงเมื่ออยู่ที่ตลาด อุณหภูมิของปลาจะเพิ่มขึ้นประมาณ 17 องศา

**3. ผลการประหยัดพลังงานหลังปรับอุณหภูมิห้องเก็บความเย็น**

จากการคำนวณเบื้องต้นของ FRA การเพิ่มอุณหภูมิของห้องเก็บปลาทูน่าเพื่อแช่แข็งเพิ่มจากอุณหภูมิ -50 องศา เป็น -40 องศา คาดว่าจะลดพลังงานลงได้ถึง 7% เฉลี่ยอัตราการใช้พลังงานต่อการเดินเรือเบ็ดราวน้ำลึกเป็นเวลา 1 วัน อยู่ที่ 3.0 กิโลลิตร สมมติว่าเดินเรือเป็นเวลา 320 วัน และจำนวนของเรือประมงทั้งหมด 360 ลำ (สถิติเดือนพฤษภาคม 1997) อัตราการใช้พลังงานของเรือเบ็ดราวน้ำลึกจะอยู่ที่ 345,000 กิโลลิตร ถ้าเพิ่มอุณหภูมิของตู้เก็บปลาจากอุหณภูมิ -50 องศา เป็น -40 องศา หรือประมาณ -45 องศา การใช้พลังงานจะลดลงประมาณ 15-40% ยิ่งไปกว่านั้น ถุงที่ใส่ทั่วๆไปก็สามารถใช้ได้ไม่จำเป็นต้องใช้ถุงพิเศษที่ต้องทนสภาวะที่อุณหภูมิต่ำมากและเป็นการลดต้นทุนอีกทางหนึ่งด้วย

**4. การประชุมเรื่องการทดสอบตู้แช่แข็งปลาทูน่าในอนาคต**

ปลาทูน่าแช่แข็งที่ถูกเก็บไว้ในอุณหภูมิที่ต่ำมาก (ต่ำกว่า -50 องศา) อย่างไรก็ดีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพและอุณหภูมิห้องเก็บปลาที่ยังไม่ชัดเจน เรือเบ็ดราวน้ำลึกร้องขอจากพ่อค้าคนกลางให้แยกผลิตภัณฑ์ทูน่าแช่แข็งออกจากผลิตภัณฑ์ปลาแช่แข็งอื่นๆ ที่ต้องแข่งขันกัน การใช้อุณหภูมิห้องแช่ที่ต่ำมากได้ถูกใช้อย่างสัมพันธ์กับประสิทธิภาพระบบทำความเย็นที่ดีขึ้นเพราะใช้สารทำความเย็น fluorocarbon

จากผลงานวิจัยและเอกสารตีพิมพ์ในอดีต ไม่มีเอกสารทางวิทยาศาสตร์ยืนยันว่าห้องเย็นอุณหภูมิต่ำกว่า -40 องศา มีความจำเป็น เพื่อความมั่นใจในคุณภาพเพื่อเก็บปลาทูน่าเป็นระยะเวลานาน ระยะเวลาประกันคุณภาพคิดตามอุณหภูมิระหว่างเก็บปลาทูน่าแช่แข็งบนฝั่ง (ระยะเวลาประกันคุณภาพตัดสินจากสีของเนื้อปลา) ในเอกสารรวบรวมรายงานโดยสมาคมแช่เยือกแข็งแห่งญี่ปุ่น (Japan Society of Refrigerating) (ฉบับ 1 เลขที่ 1-2,1984) ข้อจำกัดการรับประกันคุณภาพของ Thunnusobesus เป็นตัวอย่างของเนื้อปลาที่มีไขมันต่ำใช้ทำ sashimi ระยะเวลาแช่แข็งมากกว่า 17 เดือน ถูกเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า -40 องศา ตัดสินจาก metmyoglobin ที่เป็นดัชนีชี้วัดสีคล้ำของเนื้อปลา ดัชนีน้ำชี้ให้ทราบว่าถ้าปลาทูน่าที่ถูกทำให้แข็งอย่างรวดเร็วบนเรือและเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า -40 องศาทั้งในห้องเก็บปลาบนเรือและห้องเก็บปลาบนฝั่ง คุณภาพ(สี)สามารถถูกควบคุมได้

เนื่องจากยังไม่มีความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการเก็บรักษาคุณภาพและอุณหภูมิเก็บความเย็นของ Bluefin tuna และปลาชนิดอื่นๆ ที่มีไขมันมากๆ ซึ่งยังคงรักษาคุณภาพเมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลานานกว่าปกติตั้งแต่จับปลาจนถึงมือผู้บริโภค (ปกติเก็บ 1 ปีครึ่ง) ในอนาคตจึงจำเป็นต้องมีการทดลองมากกว่านี้ ปัจจุบันต้องขอบคุณอุปกรณ์ที่มีความก้าวหน้าและเทคโนโลยีการจัดการที่ทำให้การเก็บในห้องเก็บปลาบนเรือประมงญี่ปุ่นและห้องเย็นบนฝั่งมีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามทูน่าแช่แข็งจะสัมผัสอากาศภายนอกห้องเย็นเมื่อถูกขนถ่ายจากเรือขึ้นฝั่งและนำเข้าสู่การขายในตลาด อุณหภูมิปลาจะค่อยๆ สูงขึ้น เพื่อให้ความเข้าใจแน่ชัดถึงอิทธิพลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทูน่าแช่แข็งตั้งแต่การผลิตจนถึงมือผู้บริโภคยังคงรักษาคุณภาพและสี เราจำเป็นต้องวัดอุณหภูมิแต่ละกระบวนการอย่างละเอียดในแต่ละขั้นตอน และสิ่งสำคัญต้องมีการประเมินจากระหว่างพ่อค้าคนกลางและพ่อค้ารายย่อยอื่นๆ เกี่ยวกับการเก็บปลาทู

temperature in the fishery warehouses of Japanese fishing vessels and inside onshore refrigerators. However, when frozen tuna are exposed to outdoor air such as when transshipment, catch landing and being sold in the market, the temperature rises. In order to accurately understand the influence which temperature change of frozen tuna through production to consumption may have over the quality and condition, it is necessary to make a temperature measurement carefully in each process. Also, it is important to get evaluation from intermediary and other stake holders about extreme low-temperature stored tuna and frozen tuna which were stored about -40 degrees on vessels and considers the energy saving effects due to the difference of store temperature in fishery warehouses.

We need to work on the research concerning the influence on quality by different condition such as freeze speed, difference of cold storage temperature, fat content, temperature change and long term storage, using degeneration of protein, ice crystal formation, lipid oxidation and metmyoglobin condition as index in order to understand the relation between quality and cold storage temperature of frozen tuna. Also, frozen tuna for sashimi from the point of domestic transaction volume is broadly divided into 1) Medium size Thunnus obesus and Thunnus albacares which are dealt in mass merchandiser markets 2) Large scale Thunnus obesus which is typical lean fish 3) bluefin tuna and southern bluefin tuna which have high fat content, therefore it is necessary to narrow down the type of fish we should start research on.

In promoting the development research of temperature control method regarding proper storage of frozen tuna, it is important to present the result quickly and clearly not only to fishery operators but also frozen tuna handling business operators (processing, refrigerating and transporting) and encourage self-help efforts of the industry towards improvement of system in production and distribution and cost saving. Not only tuna, but the frozen products that deep-sea skipjack long-line fishing vessels have caught (skipjack, B1 products of albacore tuna) are also stored in extreme low-temperature of under -50 degrees on the vessel and onshore as well as tuna. There is also a need to clarify the relation between quality and cold storage temperature and develop a proper cold storage method.

Frozen products of neon flying squids are, as requested by people concerned with the market, stored in fishery warehouse which is -35 degrees on vessel, and are landed. However, they are stored in refrigerators under -20 degrees on land. Therefore, it is needed to consider optimum temperature zone for storage from the point of quality preservation and energy saving.

## V. Energy saving technology utilizing LED lights

### 1. Circumstances around fishing using lights

Among the fisheries which are operated using lights, squid fishing and saury square net fishing are conducted utilizing a fish collecting lamp which uses a large amount of light. Electricity is supplied by setting substantial auxiliary machines (by main engine for some small size vessels) due to the usage of fish colleting lamp. A large amount of fossil fuel (mainly heavy oil A) is used to drive auxiliary machines. As fishing industry is suffering financially these days, cost saving is an urgent problem. In order to save fuel cost by controlling consumed power used for fish collecting lamp, LED fish collecting lamp (light-emitting

น่าในอุณหภูมิที่ต่ำมากๆ และปลาทูน่าแช่แข็งที่เก็บบนเรือในอุณหภูมิ -40 องศา และพิจารณาถึงผลการประหยัดพลังงานที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันของห้องเย็นเก็บปลา

พวกเราจำเป็นต้องวิจัยถึงอิทธิพลของคุณภาพปลาที่สภาวะต่างๆ เช่น ความเร็วในการแข็งตัว ความแตกต่างของอุณหภูมิห้องเย็น ปริมาณไขมัน การเปลี่ยนอุณหภูมิและการเก็บเป็นเวลานาน การเสื่อมของโปรตีน การเกิดผลึกน้ำแข็ง การออกซิเดชั่นไขมัน และสภาพ metmyoglobin เป็นตัวชี้วัดเพื่อทำความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพและอุณหภูมิเก็บความเย็นของปลาทูน่าแช่แข็ง ทูน่าแช่แข็งสำหรับ sashimi จากจุดของปริมาณการซื้อขายภายในประเทศถูกแบ่งออกอย่างกว้างๆ ได้ 1) ชนิด Thunnusobesus และ Thunnusalbacares ขนาดกลางถูกขายในตลาดค้าส่ง 2) ชนิด Thunnusobesus ขนาดใหญ่เป็นทูน่าที่มีไขมันต่ำ 3) Bluefin tuna และ southern tuna มีไขมันสูง ดังนั้นจำเป็นต้องจำกัดชนิดของทูน่าที่พวกเราจะทำการวิจัยต่อไป

ในการส่งเสริมการพัฒนาวิจัยวิธีการควบคุมอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บปลาทูน่าแช่แข็ง นำเป็นต้องแสดงผลลัพธ์ให้เห็นอย่างรวดเร็วและชัดเจนไม่ใช่เฉพาะผู้จับปลาเท่านั้นแต่ยังรวมถึงผู้ดำเนินธุรกิจห้องเย็นด้วย (การแปรรูป การทำความเย็น และการขนส่ง) และสนับสนุนให้ภาคอุตสาหกรรมสามารภดำเนินการเองเพื่อปรับปรุงระบบการผลิตและการกระจายสินค้าและการประหยัดต้นทุน ไม่เฉพาะปลาทูน่าเท่านั้นแต่ยังรวมถึงผลิตภัณฑ์แช่แข็งอื่นๆ ที่เรือเบ็ด skipjack จับขึ้นมาได้ (skipjack, ผลิตภัณฑ์ B1 ของ albacore tuna) ถูกเก็บในอุณหภูมิต่ำมากๆ ต่ำกว่า -50 องศาบนเรือและบนบกเช่นเดียวกับปลาทูน่า จำเป็นต้องทำให้เด่นชัดถึงความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพและอุณหภูมิห้องเก็บความเย็นและพัฒนาวิธีการเก็บความเย็นที่เหมาะสม

ผลิตภัณฑ์แช่แข็งของ neon flying squids เป็นที่ต้องการของลูกค้าในตลาด ถูกเก็บในห้องเย็นบนเรือที่อุณหภูมิ -35 องศาก่อนขึ้นฝั่ง อย่างไรก็ดีผลิตภัณฑ์นี้จะถูกเก็บในตู้แช่บนฝั่งที่อุณหภูมต่ำกว่า -20 องศา ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปรับอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดเพื่อเก็บรักษาคุณภาพและประหยัดพลังงาน

**V. เทคโนโลยีประหยัดพลังงานด้วย LED**

**1. การทำประมงแบบใช้แสง**

การทำประมงที่ใช้แสงล่อปลา การจับหมึกและการทำประมงอวนคลอบปลาเซารี่ ใช้แสงไฟในการรวมฝูงปลาโดยใช้แสงจากหลอดไฟจำนวนมาก ไฟฟ้าผลิตได้จากเครื่องปั่นไฟฟ้าหรือเครื่องจักรใหญ่บนเรือประมงขนาดเล็กน้ำมันเชื้อเพลิงจำนวนมาก ( heavy oil A เป็นส่วนใหญ่) ถูกใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องปั่นไฟ ซึ่งอุตสาหกรรมประมงกำลังประสบปัญหาด้านการเงิน การประหยัดต้นทุนเป็นปัญหาเร่งด่วน เพื่อประหยัดต้นทุนน้ำมันจึงต้องควบคุมการใช้พลังงานของหลอดไฟล่อปลา ไฟล่อปลาชนิดหลอด LED (light-emitting diode) มีทั้งติดตั้งบนเรือและใช้ใต้น้ำเพื่อใช้กับการทำประมงอวนคลอบปลาเซารี่และการทำประมงอวนล้อม

หลอดชนิด Metal halide เป็นหลอดไฟที่นิยมใช้ในการล่อฝูงปลาภายในบรรจุไอปรอท จึงเป็นความเสี่ยงที่ไอปรอทสามารถปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมกรณีที่มันแตก สำหรับหลอดไฟ incandescentทาง EU ประกาศยกเลิกขายหลอดไฟ

diode) were introduced for as lamps on board and underwater lamps in saury square net fishing and purse seine fishing. Metal halide which is a mainstream light source of fish collecting lamp contains mercury inside its bulb, therefore there is a risk of mercury contamination in case it breaks. As for incandescent lamp, European Union has decided to stop the sale of the incandescent lamps for family use by 2012 and will switch to energy efficient fluorescent lamps. Also, in our country all the incandescent lamps will be switched to energy-saving fluorescent lamps or LED lamps by 2012. Introducing LED fish collecting lamps is also important from the perspective of reducing the global environmental burden.

Moreover, in this text we will use fishing lamps instead of fish collecting lamps for the reason that depending on light, the behavior of the creatures are controlled such as gathering them toward the light source of lamps or moving away from it.

2. Background and actual condition of the effort to experimentally introduce LED-fishing lamp

As for saury square net fishing, from 2004 to 2005 private companies have used governmental incentives and in 2006, fishery operators themselves acted as primary actor and used governmental incentives to experimentally introduce it. As for large scale saury square net, 20% to 40% of fuel consumption was reduced by switching incandescent lamps to concentrated light-distribution type LED lights (LED lamps of which light is concentrated in smaller irradiation range) and switching metal halide lamps to diffusion light-distribution type LED lamps (LED lamps of which light is diffused by making the irradiation ranger bigger) and still could obtain about the same result as other fishing vessels of same size,

The same result was shown for small size saury square net fishing vessels as well. Considering those results, both small size and large scale saury square net fishing vessels wholly changed from concentrated light-distribution type LED lamps to diffusion light-distribution type LED lamps and operated experimentally, and as a result it is confirmed that by using diffusion light-distribution type LED about the same amount of fish can be caught. It also indicated downsizing and reduction of auxiliary machines mounted as fishing lamp.

In squid fishing, since 2000 private companies have done experimental introduction utilizing governmental incentives. Most were targeted at sagittated calamari. Experimental operation of changing from metal halide fishing lamps to lights and another experimental operation of using both LED and metal halide fishing lamps were conducted. Concerning the technology using LED as lamps on board, it first started with verification test of using only concentrated light-distribution type LED lamps or using with metal halide lamps. The amount of fish catches declined for both small size and medium size fishing vessels in experimental operation which only used LED and the experimental operation when the usage rate of metal halide lamps is low. Therefore, as well as the exam done to saury square net fishing vessels we have done an experimental operation after changing to diffusion light-distribution type LED as lamps on board. As a result, the same amount of fish as conventional metal halide lamps used for small and medium size squid fishing vessels operated through spring to fall was caught while reducing fuel consumption. However, after fall there are some cases which saw reduction in the amount of fish catches in case only LED lamps are used even if it is diffusion light-distribution type or in case the usage rate of metal halide

ชนิดนี้ในปี 2012 และเปลี่ยนไปใช้หลอด fluorescent ที่มีประสิทธิภาพสูงแทน ในประเทศญี่ปุ่นจะทำการเปลี่ยนจากการใช้หลอด incandescent ไปใช้ หลอด fluorescent ที่ประหยัดพลังงานหรือหลอดLED ในปี 2012 ด้วย การแนะนำให้ใช้หลอด LED เป็นไฟล่อฝูงปลา มีความสำคัญในด้านการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโลก ยิ่งไปกว่านั้น ในบทความนี้เราจะใช้ไฟล่อปลา LED แทนไฟล่อปลาทั่วไป ด้วยเหตุผลทางแสงกับพฤติกรรมของสัตว์น้ำเป็นตัวควบคุม เช่น การดึงดูดให้ปลารวมกลุ่มหรือให้ฝูงปลากระจายออกไป

**2. เบื้องหลังและสภาวะจริงในการทดลองใช้หลอด LED เพื่อล่อปลา**

สำหรับการทำประมงอวนคลอบปลาเซารี่ จากปี 2004 ถึง 2005 ภาคประมงเอกชนได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐ และในปี 2006 ภาคประมงได้ดำเนินการเองโดยรับคำแนะนำจากภาครัฐในการประยุกต์ใช้หลอดชนิดนี้ ขณะที่การทำประมงอวนครอบปลาเซารี่ขนาดใหญ่ สามารถลดการใช้น้ำมันถึง 20%-40% ด้วยการเปลี่ยนจากหลอด incandescent ไปใช้หลอด LED ชนิดรวมแสง (หลอด LED ให้แสงที่ถูกรวมอยู่ในช่วงรังสีที่แคบ) และเปลี่ยนจากหลอด metal halide lamp ไปใช้หลอด LED ชนิดกระจายแสง (หลอด LED ให้แสงชนิดกระจายช่วงรังสีกว้างขึ้น) แต่ยังคงจับปลาได้เหมือนกับการใช้หลอดชนิดเดิมบนเรือประมง ผลการจับปลาที่เท่ากันทดลองบนเรือคลอบปลาเซารี่ขนาดเล็ก พิจารณาจากผลการทดลองที่เก็บได้ ทั้งเรือคลอบปลาเซารี่ขนาดเล็กและขนาดใหญ่ เปลี่ยนจากหลอด LED ชนิดรวมแสงเป็นหลอด LED ชนิดกระจายแสง ได้ผลยืนยันว่า การใช้หลอด LED ชนิดกระจายแสง จะจับปลาได้จำนวนเท่ากับที่เคยจับได้ แสดงว่าสามารถลดขนาดเครื่องปั่นไฟที่จ่ายไฟฟ้าให้กับหลอดไฟล่อปลาได้

ในการจับปลาหมึก ตั้งแต่ปี 2000 บริษัทประมงเอกชนทำการทดลองใช้หลอด LED ภายใต้การสนับสนุนจากภาครัฐ เรือประมงส่วนมากมีเป้าหมายในการจับ sagittatedcalamari การทดลองโดยเปลี่ยนจากการใช้หลอด metal halide ไปใช้หลอด LED หรือใช้ทั้งหลอด metal halide และหลอด LED เทคโนโลยีที่ใช้แสง LED เพื่อล่อปลา เริ่มทดลองใช้ครั้งแรกด้วยการใช้หลอด LED ชนิดรวมแสงหรือใช้ร่วมกับหลอด metal halide ผลที่ได้จำนวนปลาที่จับได้ลดลงจากเดิมทั้งเรือขนาดกลางและขนาดเล็ก ที่ทดลองโดยใช้เฉพาะหลอด LED และใช้หลอด LED ร่วมกับหลอด Metal halide การทดลองเช่นเดียวกันนี้ได้ทำกับเรือคลอบปลาเซารี่ แต่เปลี่ยนไปใช้หลอด LED ชนิดกระจายแสงแทน ผลที่ได้จำนวนปลาที่จับได้เท่ากับการใช้หลอด metal halide ที่ใช้กับเรือจับขนาดกลางและขนาดเล็กที่จับปลาตลอดฤดูใบไม้ผลิถึงฤดูใบไม้ร่วง ขณะเดียวกันก็ช่วยลดการใช้น้ำมันลดลงด้วย อย่างไรก็ดีหลังจากฤดูใบไม้ร่วงมีบางกรณีที่จำนวนการจับปลาได้ลดลง ทั้งในกรณีที่ใช้หลอด LED ชนิดกระแจแสง เท่านั้น และกรณีที่ใช้หลอด metal halide fishing lamp

fishing lamps is low.

On the other hand, as for the utilization technology of LED underwater lamps, according to the daytime operation which targeted at neon flying squid in North pacific ocean by water research institute, about the same amount of fish was caught using LED underwater lamps compared to the operation using conventional metal halide underwater fishing lamps. Currently, the research development for the utilization technology of operation at night time is continuing. Furthermore, since August of 2008, Fisheries institute of Ishikawa prefecture has started test towards utilization technology of LED for sagittated calamari and the characteristics of light source of LED underwater fishing lamps and reaction behavior of sagittated calamari to underwater lamps are becoming clear.

Among large scale purse seine fisheries, fishing lamps are used as vessel on board lamp and underwater lamp for the fishing vessels which are operated in marine area where it is allowed to light such as East sea, yellow sea and Japan sea. As it uses less light compared to squid fishing and saury square net fishing, the fuel consumption by utilization of fishing lamps is relatively low. Experimental introduction of LED fishing lamp is conducted as governmental incentives project since 2006 and also as incentive project by Nagasaki prefecture. All of these have considered using it as underwater lamp. There is about the same amount of fish catches compared to conventional metal halide lamps and halogen lamps while the fuel reduction effect is also seen. Moreover, there is a report saying that by using characteristic of LED fishing light such as blinking light, it may be possible to collect certain types of fish more effectively. Development and improvement of utilization technology which leads to fish catches more effectively through controlling the behavior of fish school by establishing method of utilization of LED underwater lamps which suits the type of fish and constructing combined utilization technology of underwater lamps and as lamps on board, is expected in the future.

3. Research directions for the future

In fishing using light, there are 4 issues we need to tackle in order to promote introduction of LED. (1) Conduct general verification test of LED throughout the fishing season , (2) Collect necessary data to understand the structure of total energy consumption of fishing vessel, (3) clarify the influence light wavelength, strength and gap of light emission have over the behavior of major marine creatures and develop technology to control fish school by light, (4) Based on the result above, there is a need to promote development of fisheries production system using the characteristic of LED light source.

## VI. Estimate emission of greenhouse gases in the fishing industry

With the purpose of making framework for Post Kyoto Protocol, reduction of greenhouse gas emission is required in many sectors. To promote the measures against reduction in fishing industry, it is necessary to evaluate each measurement towards reduction on a regular basis and also to have basic information about it. As for fishing industry, there are examples of estimate amount of carbon dioxide emissions which is calculated by fuel consumption of fishing vessel. However, amount of carbon dioxide emissions of fishing industry as a whole which includes so called postharvest process including fishery

อีกด้านหนึ่ง ในส่วนการใช้เทคโนโลยีหลอด LED ใต้น้ำ ที่ทำประมงในเวลากลางวันเพื่อจับหมึกชนิด neon flying squid ในมหาสมุทรแปซิฟิคเหนือเดินการวิจัยโดยสถาบันวิจัยน้ำ จำนวนปลาที่จับได้จากการใช้หลอด LED ใต้น้ำเท่ากับการใช้หลอด metal halide ใต้น้ำ

ในปัจจุบันการพัฒนาการวิจัยการใช้เทคโนโลยีที่ปฏิบัติงานในเวลากลางคืนได้ทำอย่างต่อเนื่อง ยิ่งไปกว่านั้น ตั้งแต่สิงหาคม 2008 สถาบันประมงของอำเภอ Ishikawa เริ่มทดลองใช้เทคโนโลยี LED สำหรับจับ sagittated calamari และเริ่มเข้าใจคุณสมบัติของแสงจากหลอด LED ใต้น้ำที่มีผลต่อการตอบสนองของ sagittated calamari บนเรือประมงอวนล้อมขนาดใหญ่ ใช้หลอดไฟล่อปลาที่ติดตั้งทั้งบนเรือและใต้น้ำในพื้นที่ที่อนุญาตให้ทำประมงได้คือ ทะเลตะวันออก ทะเลเหลือง และทะเลญี่ปุ่น เพราะมันใช้แสงน้อยกว่าเมื่อเทียบกับเรือจับหมึกและเรือคลอบปลาเซารี่ ทำให้การใช้น้ำมันของเรือที่ใช้หลอด LED ต่ำ การทดลองการใช้แสงจากหลอด LED จับปลาเป็นโครงการที่รัฐบาลให้ความสนใจตั้งแต่ปี 2006 และเป็นโครงการดำเนินการในอำเภอ Nagasaki นำมาใช้ ส่วนใหญ่ทดลองใช้เป็นหลอด LED ใต้น้ำ จำนวนของปลาที่จับได้จะเท่ากับการใช้หลอด metal halide และ halogen lamp แตกินน้ำมันน้อยกว่า ยิ่งไปกว่านั้น มีรายงานที่พบว่า การใช้แสงกระพริบจากหลอด LED อาจช่วยเลือกชนิดของสัตว์น้ำที่เข้ามาได้อย่างมีประสิทธิภาพ การพัฒนาและการปรับปรุงการใช้เทคโนโลยีนี้นำไปสู่การจับปลาอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ด้วยการควบคุมพฤติกรรมของฝูงปลา โดยวิธีการใช้หลอด LED ใต้น้ำด้วยสีที่เหมาะสมกับชนิดของปลาและการสร้างเทคโนโลยีที่เป็นประโยชน์กับหลอดไฟใต้น้ำและหลอดที่ติดตั้งบนเรือที่น่าจะต้องใช้ในอนาคต

**3.ทิศทางการวิจัยในอนาคต**

ในการทำประมงที่ใช้แสง มี 4 เรื่องที่ต้องจัดการเพื่อส่งเสริมการใช้หลอด LED คือ (1) ทดสอบการล่อปลาด้วยหลอด LED ตลอดฤดูจับปลา (2) เก็บข้อมูลที่จำเป็นเพื่อทำความเข้าใจโครงสร้างของการใช้พลังงานทั้งหมดของเรือประมง (3) อธิบายให้ชัดเจนเพื่อหาขนาดคลื่นแสง ความเข้มแสง และช่องว่างการเปล่งแสงว่ามีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของสัตว์นกทะเลส่วนใหญ่อย่างไร และพัฒนาเทคโนโลยีที่ควบคุมฝูงปลาด้วยแสง (4) ผลที่ได้จำเป็นต้องมีการส่งเสริมการพัฒนาระบบการผลิตโดยการใช้ลักษณะของแหล่งกำเนิดแสงด้วยหลอด LED

**VI. ประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมประมง**

เป้าหมายของการทำโครงร่างจากพิธีสารเกียวโต ต้องการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากหลายภาคอุตสาหกรรม เพื่อส่งเสริมการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรมประมงด้วยเครื่องวันการกินน้ำมันเชื้อเพลิง จำเป็นต้องประเมินแต่ละตัววัดต่อการลดลงตามพื้นฐานทั่วไป และมีข้อมูลพื้นฐานด้วย ซึ่งอุตสาหกรรมประมงมีตัวอย่างในการประเมินจำนวนการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่คำนวณการใช้น้ำมันของเรือประมง อย่างไรก็ตามปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอุตสาหกรรมประมงเกิดจากกระบวนการหลังการจับประกอบด้วยการผลิตทางประมง อุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การแปรรูปและการกระจายสินค้า ที่ยังไม่เข้าใจอย่างถ่องแท้ เพื่อลดก๊าซเรือนกระจกอย่างได้ผลในอนาคต จำเป็นต้องวิเคราะห์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรมประมงทั้งหมด ด้วยการสำรวจตัวอย่างและข้อมูลทางสถิติที่เป็นปัจจุบันจากการใช้ข้อมูลในอดีต มันมีประสิทธิภาพในการประเมินปริมาณตัวชี้วัดการลดลงแต่ละตัว และผลกระทบที่มองเห็นได้ เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก

production, aquaculture industry, fish processing and distribution are not yet fully understood. In order to reduce greenhouse gas effectively in the future, it is needed to estimate the greenhouse gas emission of fishing industry as a whole from the sample survey and recent statistic data using the information obtained from research data in the past. It is effective to quantitatively evaluate the effect of each reduction measurement and present the effects in a visual manner to reduce greenhouse gas emission in fishing industry. However given the present circumstances, it is unknown how much greenhouse gas is emitted through what kind of action in each process of fish catching, distribution and processing. In considering the measurement for greenhouse gas emission, understanding the greenhouse gas emission in each process from fish catch to consumption is pressing issue. In the future, “Carbon print” which displays the amount of energy being used in production and distribution process, converted into carbon will be introduced. It is effective for consumers to select products which have less carbon emission when selecting. However, as for primary products including fishery products, each process from production to consumption is separated and it is impossible to provide consumers with information of carbon emission with the effort of only one company. Understanding the condition of emission in each process of fishery products such as fish catch, distribution and processing, estimating the emission amount and announcing the result officially will be basic data in order to conduct measurements towards the reduction of greenhouse gas emission in fishing industry.

Estimate of greenhouse gas emission is conducted by “Research of measurements towards global warming in the field of Agriculture, Forestry and Fisheries (National Research Project) “ by commission project of deputy vice-minister of the ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries in 2008. We would like to describe general appearance of it below.

Research of measures against global warming in the field of Agriculture, Forestry and Fisheries collected the data such as fuel consumption of fishing industry and aquaculture industry, analyzed and considered method for calculating greenhouse gas emission concerning fishery production, storage, distribution and processing and currently estimating the amount of emission. When estimating, the target is narrowed down to carbon dioxide among greenhouse gas, it is categorized by field of industry as shown in Image 1 and the amount of carbon dioxide is estimated. The fields which were estimated at present are capture fishery and aquaculture industry (Eel farming industry, laver farming industry and bait farming industry) at the stage of fish catch. At the stage of production area, the amount of emission from fridge-freezer, ice making industry and processing industry is estimated. Furthermore, estimate of CO2 emission during distribution process of fishery products is divided into 3 as below and estimated based on “Improved ton kilo method” of “Guideline on the method for calculating concerning CO2 emission in the distribution field” drew up by Ministry of Economy, Trade and Industry and Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism. (1) Distribution near production area (from fishing port to the prefecture where the fishing port is located) (2) Wide-area distribution ( Inter-prefectural distribution: Production process of distribution of production area to outside the prefecture of production) (3) Distribution within the consumption area (Fishery products distribution process within the consumption area). It is important to continue the estimate and improve estimating the amount of other greenhouse gas

อุตสาหกรรมประมง อย่างไรก็ดีผลลัพธ์ในปัจจุบัน ก็ยังไม่ทราบว่าได้ปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมามากน้องเท่าไหร่จากขั้นตอนการจับปลา การกระจายสินค้า และกระบวนการแปรรูป การวัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต้องเข้าใจการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละกระบวนการตั้งแต่จับปลาจนถึงการบริโภคซึ่งเป็นปัญหาเร่งด่วน ในอนาคตต้องพิมพ์ตัวเลขบอกจำนวนคาร์บอนที่เกิดจากการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตและกระบวนการกระจายสินค้า เพื่อให้ผู้บริโภคสามารถตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ปล่อยก๊าซคาร์บอนน้อยที่สุด อย่างไรก็ดีผลิตภัณฑ์ขั้นต้นประกอบด้วยผลิตภัณฑ์ประมง แต่ละกระบวนการตั้งแต่การผลิตถึงการบริโภคได้ถูกแยกออกจากกัน และเป็นไปไม่ได้ที่จะให้ข้อมูลการปล่อยก๊าซคาร์บอนกับผู้บริโภคด้วยความพยายามเพียงบริษัทเดียว ความเข้าใจสภาวะปล่อยก๊าซในแต่ละกระบวนการของผลิตภัณฑ์ประมง เช่น การจับปลา การกระจายสินค้า และการแปรรูป การประเมินจำนวนการปล่อยก๊าซและประกาศผลที่ได้อย่างเป็นทางการ ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวัดการลดลงของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรมประมง

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ที่ดำเนินการโดย การวิจัยตัววัดเกี่ยวกับภาวะโลกร้อนในภาคการเกษตร ป่าไม้ และประมง (โครงการวิจัยระดับประเทศ) โดย คณะกรรมการโครงการของรองรัฐมนตรีว่าการกระทรวงเกษตร ป่าไม้และประมงในปี 2008 เราจะอธิบายรายละเอียดดังนี้

การวิจัยตัววัดต่อภาวะโลกร้อนในภาคการเกษตร ป่าไม้ และประมงได้รวบรวมข้อมูล เช่น การใช้น้ำมันของอุตสาหกรรมประมงและอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การวิเคราะห์และพิจารณาวิธีการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องกับการผลิตประมง การเก็บรักษา การกระจายสินค้า กระบวนการผลิต และการคำนวณจำนวนการปล่อยก๊าซในปัจจุบัน หลังจากประเมินจะทำให้เป้าหมายแคบลง จะประเมินเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่านั้น แบ่งภาคของอุตสาหกรรมออกเป็นพวกๆ ตามรูปที่ 1 และจำนวนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ภาคส่วนที่ถูกประเมินในปัจจุบัน คืออุตสาหกรรมประมงและอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (อุตสาหกรรมฟาร์มปลาไหลทะเล อุตสาหกรรมฟาร์มสาหร่าย และอุตสาหกรรมเหยื่อล่อ) ในระดับขั้นของการจับ ในระดับการผลิตจำนวนการปล่อยก๊าซจากเครื่องทำความเย็นของอุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งและอุตสาหกรรมการแปรรูปสัตว์น้ำ ยิ่งไปกว่านั้นประเมินการปล่อยก๊าซ CO2 ระหว่างกระบวนการกระจายผลิตภัณฑ์ประมง ได้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน และประเมินบนพื้นฐานของ improved ton kilo method เป็นแนวทางในการคำนวณที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซ CO2 ในการกระจายสินค้า ที่ถูกร่างโดยกระทรวงเศรษฐกิจ การค้า และอุตสาหกรรม และกระทรวงที่ดิน, สาธารณูปโภค, ขนส่งและการท่องเที่ยว (1) การกระจายสินค้าใกล้พื้นที่การผลิต (จากท่าเรือถึงที่ทำการที่ท่าเรือนั้นตั้งอยู่) (2) การกระจายสินค้าที่กินพื้นที่กว้าง (การกระจายสินค้าระหว่างพื้นที่ : กระบวนการของการกระจายในพื้นที่การผลิตถึงนอกพื้นที่) (3)การกระจายภายในพื้นที่การบริโภค (กระบวนการกระจายผลิตภัณฑ์ประมงภายในพื้นที่การบริโภค) สิ่งสำคัญต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง และปรับปรุงการประเมินจำนวนของก๊าซปฏิกิริยาเรือนกระจกอื่นๆ ไม่ใช่แค่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่านั้น และในภาคส่วนอื่นๆ ที่ยังไม่ได้ถูกประเมินด้วย

ตัวแทนการวิจัยสำหรับอนาคต ต้องรวมก๊าซที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเรือนกระจกอื่นๆ ด้วย ไม่ใช่แค่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่านั้น จำเป็นต้องมองทุกอย่างจากมุมมองของวงจรชีวิตรวม และการประเมินจำนวนของตัวที่ทำ

not only carbon dioxide and also the fields which are not estimated yet.

Research agenda for the future should also include generation status other greenhouse gases not only carbon dioxide. There is also a need to see things from the viewpoint of life cycle assessment and estimate the amount of generation in fields which are not conducted yet (for example: 1.Fish box industry, 2.Tray industry 3.fishnet, disposal process of FRP fishing vessels, 4. Disposal process of residuum emitted from fish processing industry, 5. Disposal process of residuum emitted from the industry of last stages of distribution such as mass retailers) in fish processing related field and gather as basic data for greenhouse gas reduction measures in fish processing field.

ให้เกิดก๊าซในภาคส่วนที่ยังไม่ได้ถูกประเมินด้วย (ยกตัวอย่าง 1. อุตสาหกรรมผลิตกล่องเก็บปลา 2.อุตสาหกรรมถาดใส่ปลา 3. อวนจับปลา, กระบวนการจัดการของเรือประมงไฟเบอร์กลาส 4. กระบวนการจัดการกับของเหลือที่ถูกปล่อยออกมาจากอุตสาหกรรมประมง 5. กระบวนการจัดการกับของเหลือที่ปล่อยก๊าซออกมาจากอุตสาหกรรมขั้นตอนสุดท้ายของการกระจายสินค้า เช่น พ่อค้าขายปลีก และการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานสำหรับตัววัดการลดก๊าซปฏิกิริยาเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรมประมง

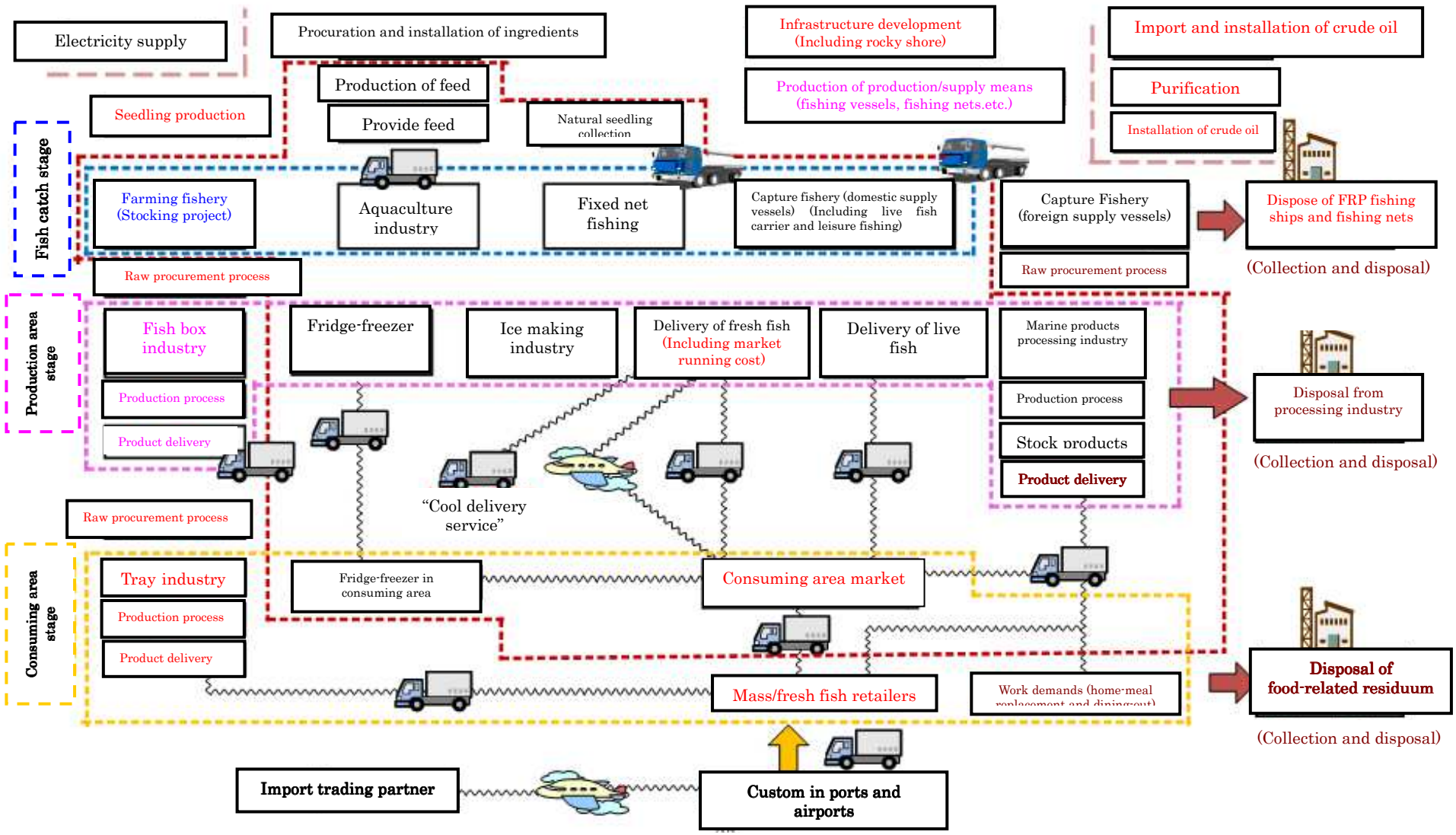
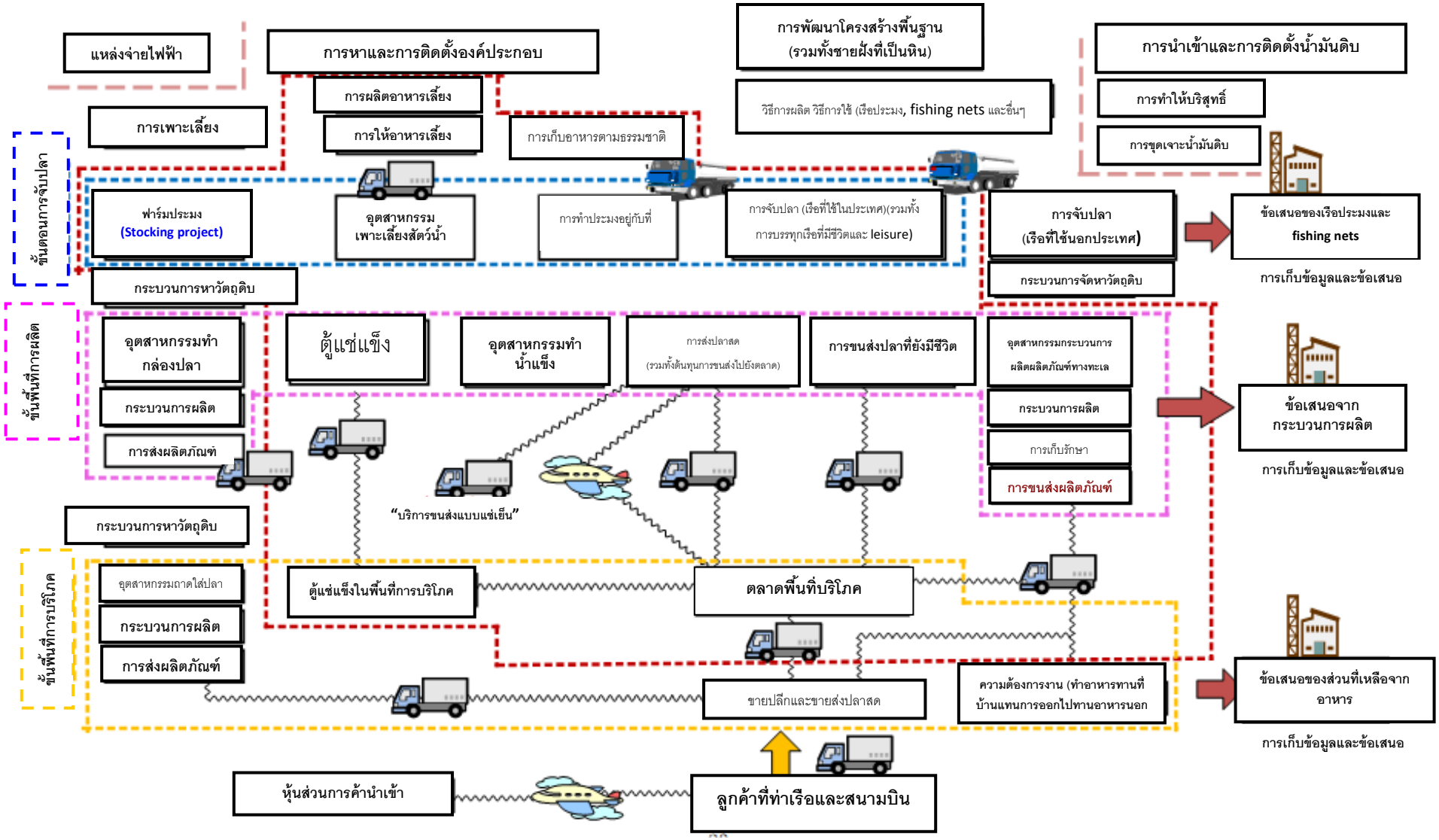



Image of coverage of global warming measurement research in the field of Agriculture, Forestry and Fisheries. (National research project)
Words in black: fields which are under estimate now Words in red: fields which should be estimated in the future




**รูปของการวิจัยตัววัดภาวะโลกร้อนในภาคการเกษตร ป่าไม้ และประมง (โครงการวิจัยระดับชาติ)**
**คำในช่องดำ กำลังประเมินอยู่ในขณะนี้ ส่วนคำในช่องแดง จะประเมินในอนาคต**

## VII. Proposal-Future efforts toward energy saving in the fishing industry

Fishing industry is a marine industry which is targeted at biological resources which can renew autonomously, thus it is originally possible to develop and maintain sustainably. From the view of energy consumption , constructing a system to stably provide safety and safe food for people in the future, it is a key issue to switch to energy saving type which does not rely too much on fossil fuel such as petroleum oil, and enhancing competitiveness of our country's fishing industry.

In order to do so, while we try to positively come up with applicable energy saving technology for the time being and also reduce the fuel consumption, it is necessary to understand the actual condition of energy consumption ($CO_2$ emission) in fishing industry. Based on the acknowledgment, we should try to promote research and development from medium term to long term viewpoint and solve current issues. Most important is to come up with the result to fishing regions as well as successively introduce the result to the field sites of fishing industry. More specifically, by cooperating with the government, public administration of each prefecture, research institutes, concerned organizations and concerned companies, we need to work on the issues keeping the ADCP cycle which is Plan (Understand the actual condition of energy consumption, bring it to into view), Do (Introduction and extension of existing countermeasure technology) , Check (Evaluation of technological introduction effects), Action ( Improvement of existing countermeasure technology, development of new technology, extension and introduction)

1. Efforts toward the prevalence and practical realization of energy saving technology

(1) On-site training

In spite of existing applicable technology both in software field and hardware field, they are not being utilized fully in the field sites of fisheries. Therefore, for the time being we should cooperate with Fisheries Agency, prefectural governments, concerned organizations and FRA and hold on-site meetings timely towards fishing industry concerned parties to explain regarding the expected effects of existing energy saving technologies and suitability depending on the type of fisheries, using the brochure which is made and organized through this research group.

(2) Establishment of technical support arrangement

For medium to long term, it is necessary to establish engineering system (a structure which works as a bridge between RD sites and fishing sites ) to understand each need in fishing sites, analyze technical issues and connect to appropriate test research organization when needed. To be specific, based on the implementation status of on-site meetings described above, in order to prevail, it is vital to consider and establish a framework including developing budget plan, arranging role-sharing between Fisheries Agency, FRA, prefectural governments and concerned organizations, making documents such as improving brochures and developing human resources who will work directly in fishing sites.

2. Directions of future research development

(1) Immediate agendas

As fishing industry is suffering financially, it is difficult to make new investments. Therefore, FRA should play a central role while cooperating with prefectural governments and concerned organizations and

**VII. ขอเสนอสำหรับอนาคตในการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมประมง**

อุตสาหกรรมประมงเป็นอุตสาหกรรมทางทะเลที่มีเป้าหมายอยู่ที่ทรัพยากรทางชีววิทยา ที่สามารถเกิดขึ้นใหม่ได้เอง ด้วยเหตุนี้จึงมีการพัฒนาและรักษาให้คงอยู่ต่อไป จากมุมมองการใช้พลังงาน การสร้างระบบที่มีความปลอดภัยอย่างมั่นคง และอาหารที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคในอนาคต เป็นปัญหาที่สำคัญที่นำไปสู่การประหยัดพลังงานที่ไม่ขึ้นกับการใช้น้ำมันเพียงอย่างเดียว เพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันภาคอุตสาหกรรมประมงในประเทศญี่ปุ่น

เพื่อทำให้บรรลุตามที่ต้องการ พวกเราจึงหาวิธีเทคโนโลยีประหยัดพลังงานที่สามารถใช้งานได้ในการลดการใช้น้ำมัน จำเป็นต้องเข้าใจสถานการณ์จริงของการใช้พลังงาน (การปล่อยก๊าซ CO2) ในอุตสาหกรรมประมง อ้างอิงถึงความรู้พื้นฐานเราพยายามส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาในระยะกลางและระยะยาวและการแก้ไขปัญหาในปัจจุบัน สิ่งที่สำคัญมากที่สุดคือผลที่ได้ต้องถูกนำไปใช้ในภาคประมง และนำผลที่ได้ไปแนะนำในพื้นที่ของอุตสาหกรรมประมง โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้วยการร่วมมือกับรัฐบาล การบริหารงานของแต่ละพื้นที่ สถาบันวิจัย องค์กรที่เกี่ยวข้อง และบริษัทที่เกี่ยวข้อง เราจำเป็นต้องทำงานในวงจรของวงจร ADCP ซึ่งมาจาก Plan วางแผน (เข้าใจข้อกำหนดที่แท้จริงของการใช้พลังงาน แล้วนำมาคิด) Do ทำ (นำเทคโนโลยีมาตรการต่อสู้มาใช้และขยายไปอย่างกว้างขวาง) Check ตรวจสอบ (ประเมินผลที่ได้จากการนำเทคโนโลยีมาใช้) Action ลงมือทำ (ปรับปรุงเทคโนโลยีมาตรการต่อสู้ที่มีอยู่ พัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ และนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย)

**1. พยายามทำให้เทคโนโลยีประหยัดพลังงานเป็นที่ยอมรับและนำมาใช้ได้จริง**

**(1) จัดการประชุมในพื้นที่**

แม้ว่าเทคโนโลยีที่ใช้กันอยู่มีทั้ง software และ hardware แต่ก็ยังไม่ได้นำมาใช้ในการประมงอย่างเต็มที่ ดังนั้นเราควรมีความร่วมมือกันกับตัวแทนประมง รัฐบาลในพื้นที่ องค์กรที่เกี่ยวข้อง และ FRA และการจัดการประชุมในพื้นที่กับกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับภาคอุตสาหกรรมประมงในเวลาที่เหมาะสม เพื่ออธิบายผลที่คาดว่าจะได้จากเทคโนโลยีประหยัดพลังงานที่ใช้อยู่และความเหมาะสมตามชนิดของการทำประมง โดยการใช้แผ่นพับซึ่งจัดทำและจัดการโดยกลุ่มวิจัยนี้

**(2) การสร้างระบบสนับสนุนทางเทคโนโลยี**

ในระยะกลางถึงระยะยาว จำเป็นต้องสร้างระบบทางวิศวกรรม (โครงสร้างที่ทำงานเป็นตัวเชื่อมระหว่าง RD sites และ fishing sites) เพื่อทำความเข้าใจแต่ละความต้องการของ fishing sites วิเคราะห์ปัญหาทางเทคนิคและติดต่อสถาบันวิจัยทดสอบที่เหมาะสมเมื่อจำเป็น โดยเฉพาะพื้นฐานการประชุมในพื้นที่ตามที่อธิบายไว้ สิ่งสำคัญต้องพิจารณาสร้างโครงงานรวมทั้งพัฒนาแผนงบประมาณ การจัดแบ่งหน้าที่ระหว่างตัวแทนประมง FRA รัฐบาลในพื้นที่และองค์กรที่เกี่ยวข้อง การจัดทำเอกสารเช่น ปรับปรุงแผนพับและพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ผู้ที่จะทำงานเกี่ยวกับการประมงโดยตรง

**2. ทิศทางการพัฒนาการวิจัยในอนาคต**

**(1) วาระเร่งด่วน**

focus on research and development which is described as below including applicable technical development towards existing fishing vessels.

1) Understanding the actual condition of energy consumption in fishing industry

Under existing conditions of capture fishery, there are only cases of fuel consumption of private fishing vessels chartered by FRA. We will try to understand the actual conditions of implementation cases of pilot projects and incentive projects by Fisheries Agency. Also, regarding actual condition of CO2 emission and energy consumption in the process of transport, distribution and storage of fishery products including aquaculture industry, fishery product processing and imported fishery products, we should establish the calculation methods using the examples from the cases of other fields of industry and estimate the amount and organize it as a basic document of energy saving measures in fishing industry and CO2 emission measures.

2) Advancement and stabilization of existing technology and development of the measures to determine the cost-effectiveness of technological introduction

While improved technology of formation of hull and bow and the improved technology of engine parts require certain cost, currently the effects of it vary significantly depending on the type of fishing and vessels. Therefore, as well as collecting data which include cases of technological introduction and verification test in pilot projects and incentive projects by Fisheries Agency, we should make efforts to improve and stabilize retrofit technology through water tank test and numerical experiment using model vessel. Furthermore, based on the comparison between experiments and the data of actual vessel remodeling we should develop methods to estimate the effects of remodeling and draw up guidelines of cost-effectiveness of technological introduction. The measures which are applicable to small size coastal fishing vessels are limited to the ones in the field of software such as reduction of speed and weight. Through implementation result of a various kinds of verification experiments and technological introduction projects, model experiment and numerical experiment, specific guidelines in applying measures of software by type of fishing should be considered and determined. In addition, balanced fishing vessel which corresponds to sea area, usage and type of fishery and also considered safety and working environment including hull size, vessel type, equipment (fishing equipment), formation of engine and power, should be suggested.

3) Establishment of the technology utilizing LED

Certain effects of using LED fishing lamps are seen in squid fishing, saury square net fishing and purse seine fishing; however it is necessary to clarify effective usage and position by understanding reaction characteristic towards LED fishing lamps of targeted creatures in order to get same amount of fish as when conventional fishing lamps are used. Behavioral physiological effects of swarming of LED lamps towards targeted fish as well as promoting verification experiments cooperating with prefectural governments and concerned organizations should be done at the same time. By reflecting the result for verification experiments as needed, proper usage using both LED fishing lamps and existing fishing lamps and effective usage of LED fishing lamps depending on the season, sea area and type of fishing will be suggested.

Also, we have background of controlling method of using lights to collect fish from the point of controlling fishing resource. We need to consider from the point of controlling fishing resource so that utilization of LED

เนื่องด้วยอุตสาหกรรมประมงมีภาระเรื่องการเงิน ยากที่จะลงทุนใหม่ ดังนั้น FRA ควรเป็นคนกลางร่วมมือกับรัฐบาลในพื้นที่และองค์กรที่เกี่ยวข้องและเน้นไปที่การวิจัยและพัฒนาที่จะได้อธิบายต่อไป รวมทั้งใช้การพัฒนาทางเทคนิคที่สามารถทำได้กับเรือประมงที่ใช้อยู่

**1) เข้าใจข้อสถานการณ์จริงของการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมประมง**

ภายใต้ข้อกำหนดการประมงที่ใช้กันอยู่ มีกรณีของการใช้น้ำมันของเรือประมงเอกชนที่ FRA ได้ทำสัญญาเช่าเรือ พวกเราจะพยายามทำความเข้าใจสภาวะจริงของกรณีที่ประสบความสำเร็จของโครงการนำร่อง และโครงการสนับสนุนโดยตัวแทนประมง เกี่ยวกับข้อกำหนดของการปล่อยก๊าซ CO2 ด้วยและการใช้พลังงานในกระบวนการของการขนส่ง การกระจายสินค้า และการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ประมงประกอบด้วยอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ กระบวนการผลิตสินค้าประมงและการนำเข้าผลิตภัณฑ์ประมง เราจะสร้างขั้นตอนในการคำนวณด้วยการใช้ตัวอย่างจากอุตสาหกรรมอื่น และคำนวนจำนวนรวมและการจัดการที่เป็นข้อมูลพื้นฐานของตัววัดการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมประมงและตัววัดการปล่อยก๊าซ CO2

**2) ปรับปรุงและรักษาเสถียรภาพของเทคโนโลยีพลังงานที่ใช้อยู่และพัฒนาตัววัดเพื่อหาต้นทุนที่คุ้มค่ากับเทคโนโลยีที่สนับสนุนให้**

ขณะเดียวกันเทคโนโลยีได้รับการปรับปรุงในการสร้างตัวเรือและหัวเรือ และเทคโนโลยีปรับปรุงพัฒนาชิ้นส่วนเครื่องยนต์เพื่อให้มีราคาที่แน่นอน ผลที่ได้มีความผันผวนขึ้นอยู่กับชนิดของการทำประมงและเรือประมง ดังนั้นการรวบรวมข้อมูลจากหลายกรณีของเทคนิคที่นำเสนอไปและการหาวิธีทดสอบในโครงการนำร่องต่างๆ และโครงการสนับสนุนอื่นๆ จากตัวแทนด้านประมง เราพยายามที่จะปรับปรุงและพัฒนาเทคโนโลยีที่เชื่อถือได้ให้คงอยู่โดยการทดลองในบ่อน้ำและการทดลองเชิงตัวเลขกับเรือจำลอง ยิ่งไปกว่านั้นอ้างถึงการเปรียบเทียบระหว่างการทดลองและข้อมูลของเรือที่ออกแบบใหม่จริง พวกเราควรจะพัฒนาวิธีเพื่อประเมินผลกระทบการคิดทบทวนและร่างแนวทางค่าใช้จ่ายอย่างมีประสิทธิภาพกับแนวทางที่นำเสนอไป ตัววัดที่ใช้กับเรือประมงชายฝั่งขนาดเล็กจัดอยู่ในส่วนของวิธีการควบคุมเรือเช่นการลดความเร็วและลดน้ำหนักของเรือ ผลสำเร็จจากกหลายารทดลองและจากหลายโครงการที่เสนอไปเช่น การทดสอบโดยใช้แบบจำลองและการทดสอบเชิงตัวเลข เป็นต้น จำเป็นต้องตัดสินใจในการเลือกหาแนวทางเฉพาะเพื่อใช้ตัววัดเพื่อการควบคุมเรือประมงชนิดต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ความสมดุลของเรือก่อนออกทะเล การใช้ประโยชน์ตามชนิดการทำประมง คำนึงถึงความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมในการทำงานประกอบด้วยขนาดตัวเรือ ชนิดเรือ อุปกรณ์ (อุปกรณ์จับปลา) การติดตั้งเครื่องยนต์และกำลังเครื่องยนต์ควรจะถูกแนะนำด้วย

**3) การริเริ่มใช้เทคโนโลยีไฟล่อปลาด้วย LED**

มีการใช้ไฟล่อชนิด LED กับเรือจับหมึก เรือลอบปลาเซารี่ และเรืออวนล้อม อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องหาประโยชน์และความเหมาะสมที่ชัดเจนโดยต้องเข้าใจถึงผลกระทบกับชนิดปลาที่จับด้วยการใช้ LED เพื่อให้ได้ผลในการจับเช่นเดียวกับหลอดไฟล่อปลาที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ควรดำเนินการทั้งศึกษาผลกระทบต่างๆ ต่อพฤติกรรมทางกายภาพจากการใช้ไฟ LED ในการรวมกลุ่มชนิดปลาที่ต้องการจับและการสนับสนุนการทดลองด้วยความร่วมมือจากรัฐและองค์กรที่เกี่ยวข้องในเวลาเดียวกัน ผลสะท้อนจากผลการทดลองต่างๆ จึงมีความจำเป็นเพื่อให้ทราบถึงการใช้หลอด LED

fishing lamps shall not excess the proper fish catch level.

4) Scientific verification of proper temperature for cold storage

There is huge energy saving effect by rising temperature for cold storage of skipjack and tuna which are stored frozen in extreme low-temperature (-50 degrees) now, however it is not yet clear how the rise in storage temperature will influence the quality in long-term. Also, we need to pay attention to the reaction of consumers and business practice in distribution process. Thus, we will clarify the relation between temperature for cold storage and quality change in long term for tuna and skipjack in order to make clear temperature for cold storage from both side, energy saving and value of products. Also, we need to understand the condition of temperature change of products and the condition of temperature control in distribution process from survey, evaluate the influence to quality and suggest balanced set value of temperature for cold storage from the viewpoints of energy saving measures, value of products and current distribution system.

Furthermore, we need to do research on the condition of temperature for cold storage for other fishery products than tuna and skipjack in order to collect basic document to consider low-carbonized and future energy saving in distribution for the whole fishery products.

(2) Medium and long term issues

In order to enhance industrial competitiveness of our country's fishing industry by switching fishing industry to energy-saving and changing to low-carbon industrial structure and also to recover as foundational industry in coastal and isolated islands regions by expanding the range of fishing industry which result in creating new employment, for medium to long period of time, FRA should play a central role under cooperation of chamber of commerce , industry, agriculture and fishery using existing and currently developing technologies as a base and need to work on the research development as described below.

1) Development and use of renewable energy

(1) Development of complex utilization technology of natural energy

Regarding fishing villages and isolated islands regions, we need to consider basic facility for fishing industry such as fishing ports, processing and storage facilities, introduction of wind, solar, sea, tide current power generation as a power supply for back settlements and effective supply and utilization system which includes complex utilization of those.

(2) Development of cyclic use of technology using biomass resources in regions

It is necessary to develop cyclic use technology of local production for local consumption of biomass resources such as production of biodiesel fuel (BDF) utilizing biomass of fishery products wastes, marine alga and seaweed.

(3) Development of regenerable energy supply technology for production in fishing and aquaculture industry

It is necessary to arrange system and technology between producers and suppliers in order to make it possible to use BDF and other resources mentioned above for production of fishing and aquaculture industry in regions.

ร่วมกับหลอดชนิดเดิมได้อย่างเหมาะสม รวมถึงประสิทธิภาพการใช้ไฟ LED ขึ้นอยู่กับฤดู พื้นที่จับ และชนิดของการทำประมง นอกจากนี้เรายังสามารถควบคุมฝูงปลาด้วยการใช้แสงดึงฝูงปลาออกมาจากแหล่งที่เป็นพื้นที่ควบคุมการทำประมงได้ เราจึงควรตระหนักในการใช้ LED เพื่อจับปลาไม่ให้มากเกินไปกว่าระดับที่แหล่งประมงจะรับได้

**4) การวัดทางวิทยาศาสตร์อุณหภูมิที่เหมาะสมในห้องเย็น**

เราสามารถประหยัดพลังงานได้อย่างมากด้วยการเพิ่มอุณหภูมิของห้องเย็นที่ใช้เก็บ skipjack และทูน่าที่ถูกแช่แข็งที่อุณหภูมิต่ำมาก (-50 องศา) แต่ยังไม่ทราบแน่ชัดว่าจะต้องเพิ่มอุณหภูมิเท่าไหร่ถึงจะทำให้รักษาคุณภาพปลาได้ยาวนาน เราจึงต้องคำนึงถึงปฏิกิริยาของผู้บริโภคและธุรกิจในกระบวนการกระจายสินค้า จึงต้องเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในการแช่แข็งและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของ skipjack และทูน่าในระยะยาวเพื่อให้ได้ทั้งการประหยัดพลังงานและรักษามูลค่าสินค้า เราจำเป็นต้องเข้าใจสภาวะการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสินค้าและสภาวะการควบคุมอุณหภูมิในกระบวนการกระจายสินค้าด้วยการสำรวจ การประเมินอิทธิพลที่มีต่อคุณภาพและแนะนำอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับห้องเย็นจากมุมมองของตัววัดการประหยัดพลังงาน มูลค่าของสินค้า และระบบกระจายสินค้า ณ ปัจจุบัน

ยิ่งไปกว่านั้น เราจำเป็นต้องวิจัยสภาวะอุณหภูมิในห้องเย็นที่เก็บสินค้าประมงอื่นนอกจากปลาทูน่าและ skipjack เพื่อรวบรวมเอกสารพื้นฐานในการพิจารณาลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนและการประหยัดพลังงานในการกระจายสินค้าในอนาคตกับสินค้าประมงในระบบทั้งหมด

**(2) ปัญหาในระยะสั้นและระยะยาว**

เพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันภาคอุตสาหกรรมประมงประเทศญี่ปุ่น ด้วยการนำอุตสาหกรรมประมงเข้าสู่การประหยัดพลังงาน การเป็นโครงสร้างอุตสาหกรรมที่ลดการปล่อยก๊าซคาร์บอน และเพื่อฟื้นฟูอุตสาหกรรมขั้นพื้นฐานชายฝั่งและบริเวณรอบๆเกาะ โดยการขยายขอบเขตอุตสาหกรรมประมงทำให้มีการจ้างงานใหม่ ในระยะกลางจนถึงระยะยาว FRA ควรเข้ามามีบทบาทเป็นศูนย์กลางภายใต้ความร่วมมือของหอการค้า อุตสาหกรรม เกษตรกรรม และประมง ด้วยการใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่และการพัฒนาขึ้นใหม่เป็นพื้นฐาน รวมถึงต้องทำการพัฒนาวิจัยดังนี้

**1) การพัฒนาและการใช้พลังงานทดแทน**

(1) การพัฒนาเทคโนโลยีการใช้พลังงานธรรมชาติ

เกี่ยวกับบริเวณหมู่บ้านประมงและบริเวณรอบเกาะ เราต้องพิจารณาถึงสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐานกับอุตสาหกรรมประมง เช่น ท่าเรือ สิ่งอำนวยความสะดวกในกระบวนการแปรรูปและการเก็บรักษา การแนะนำเครื่องกำเนิดพลังงานจากลม แสงอาทิตย์ ทะเล และกระแสน้ำขึ้นน้ำลง เป็นพลังงานที่มีประสิทธิภาพมาใช้เป็นพลังงานสำหรับส่งไปยังระบบแปลงพลังงานที่ซับซ้อน

(2) การพัฒนาการใช้เทคโนโลยีหมุนเวียนที่ได้จากแหล่งพลังงานชีวมวลในท้องถิ่น

จำเป็นต้องพัฒนาเทคโนโลยีหมุนเวียนของผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นเพื่อบริโภคในท้องถิ่นของแหล่งพลังงานชีวมวล เช่น ผลิตภัณฑ์น้ำมันbiodiesel (BDF) ที่ใช้พลังงานชีวมวลจากของเหลือจากผลิตภัณฑ์ประมง เช่น สาหร่ายทะเล

(3) การพัฒนาเทคโนโลยีที่ใช้พลังงานที่สร้างขึ้นมาใหม่เพื่อรองรับการผลิตในภาคอุตสาหกรรมประมงและอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

จำเป็นต้องจัดการเทคโนโลยีและระบบระหว่างผู้ผลิตและผู้จัดส่ง เพื่อให้สามารถใช้ BDF ได้ และแหล่งทรัพยากรอื่นๆ ที่ได้อ้างถึงเพื่อใช้ในภาคอุตสาหกรรมประมงและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในท้องถิ่น

2) Establishment of low carbon emission fishing industry and aquaculture industry production system

(1) Establishment of production system for fishing industry which is described as “Safe, Close, Short”

We need to construct database and monitoring system of ocean information and fish school location information in natural fisheries and artificial fisheries (medium rise and bottom rise fish reef area) near our country and also improve information transmission technology and fishing site formation estimate due to numerical model. Also, regarding the construction of artificial fishing sites and maintenance of fishing sites environment, they should actively be promoted in sea area where swarming of fish school and cultured resources effects are expected. By doing so, we can form fixed fishing sites in coast and offshore in our country, which will stabilize the production and reduce operating cost including search for capture fisheries. In addition, the effect may be expected in ensuring the safety of maritime labor.

(2) Development of fisheries forecasting model with high accuracy

Energy saving and cost saving are implemented by changing from a group of vessel operation to single vessel operation. In general, single vessel operation is hampered by low ability to search targeted fish compared to operation by a group of vessel. How to find targeted fish school more effectively is important issue in energy saving. These days, accuracy of numerical model to express ecosystem including fish which lives close to the surface is extremely high. Also, accuracy of oceanic condition forecasting model utilizing satellite information is improving and it used to forecast the appearance of large size jelly fish. As well as establishing fishery production system which is described as “Safe, Close, Short”, we should actively promote the development of fisheries forecasting model with high accuracy to reduce searching cost and make efforts to save energy by production system based on scheduled production. Moreover, technological development of real time monitoring system of targeted fish school by unmanned airborne vehicle to verify the forecast of fisheries forecasting model is an agenda to be examined in the future.

(3) Development of energy-saving and cost-saving fishing vessels (Super-eco fishing vessels)

With the purpose of preparing to alternate existing fishing vessels which will be needed in the future, it is necessary to utilize regenerable natural resources mentioned above (electric and hybrid propulsion), implement drastic energy saving and cost saving in hull form, engines and equipment and develop technology to operate/construct super-eco fishing vessel which is equipped with abilities to analyze and utilize various fisheries information mentioned above. We need to consider promoting energy saving by effective utilization of facility. To be more specific, we need to disperse risks by constructing a multiple versatile fishing vessel (multiple-purpose vessel) instead of vessel of which operation is only targeted at one specific kind of fish in order to convert to the production structure which is able to utilize the facilities all year round.

Energy saving by establishing transportation system on the ocean should also be taken into consideration. For example, in saury square net fishing, each vessel brings in the saury that they caught to markets. By establishing transportation system on the ocean, a large amount of energy can be conserved.

(4) Technological development for energy saving and cost saving in aquaculture industry

It requires the implementation of energy saving and cost saving by improvement in ability to keep the

**2) การริเริ่มระบบการผลิตในภาคอุตสาหกรรมประมงและการเพาะเลี้ยงคาร์บอนต่ำ**

(1) สร้างระบบการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมประมงแบบ **"Safe, Close, Short"**

เราต้องสร้างระบบฐานข้อมูล และระบบควบคุมข้อมูลทางทะเลและข้อมูลตำแหน่งของฝูงปลาที่อยู่ตามธรรมชาติและที่สร้างขึ้นเอง (พื้นที่ปลาอาศัยระดับกลางและล่าง) ที่อยู่ใกล้ญี่ปุ่นและพัฒนาเทคโนโลยีการส่งข้อมูลและคาดคะเนที่อยู่ของฝูงปลาที่แสดงเป็นตัวเลข เกี่ยวกับการสร้างแหล่งประมงเทียมและการบำรุงรักษาสิ่งแวดล้อมแหล่งที่อยู่อาศัยของปลา เราควรทำการส่งเสริมในพื้นที่ทะเลที่มีฝูงปลาจำนวนมากมายและได้รับผลกระทบจากการทำประมง ทำเช่นนี้ เราสามารถกำหนดจุดที่มีปลาอาศัยอยู่ที่แน่นอนทั้งตามชายฝั่งและนอกชายฝั่งของญี่ปุ่น ทำให้การผลิตมีเสถียรภาพและต้นทุนการทำประมงลดลงเนื่องจากไม่มีต้นทุนในการหาฝูงปลา รวมทั้งรับรองความปลอดภัยของแรงงานประมงได้

(2) การพัฒนาแบบจำลองการคาดคะเนทางประมงด้วยความแม่นยำสูง

การประหยัดพลังงานและต้นทุนเป็นผลให้มีการเปลี่ยนการเดินเรือเป็นกลุ่มแทนการเดินเรือเดี่ยว โดยทั่วไป การเดินเรือเดี่ยวจะถูกถ่วงเพราะความสามารถให้การหาปลาต่ำเมื่อเทียบกับการทำงานเป็นกลุ่ม วิธีการหาฝูงปลาที่มีประสิทธิภาพมีความสำคัญต่อการประหยัดพลังงาน ทุกวันนี้ความแม่นยำของแบบจำลองตัวเลขแสดงระบบนิเวศที่ประกอบไปด้วยปลาที่อาศัยอยู่ใกล้ผิวน้ำ ความแม่นยำของแบบจำลองทำนายสภาวะทะเลที่ใช้ข้อมูลทางดาวเทียมกำลังถูกพัฒนาและมันใช้การคาดคะเนการปรากฏของแมงกระพรุนยักษ์ รวมทั้งสร้างระบบการผลิตทางประมงแบบ "Safe, Close, Short" เราต้องส่งเสริมการพัฒนาแบบจำลองการคาดคะเนทางประมงที่มีความแม่นยำสูง เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านการค้นหาและประหยัดพลังงานด้วยระบบการผลิตที่ยึดหลักการผลิตตามตาราง ยิ่งไปกว่านั้น การพัฒนาเทคโนโลยีแสดงผลการขณะกำลังทำงานจริงเพื่อหาฝูงปลาด้วยอากาศยานไร้คนขับ เพื่อคาดคะเนแบบจำลองทางการประมงซึ่งเป็นวาระการที่จะถูกพัฒนาในอนาคต

(3) การพัฒนาเรือประมงที่ประหยัดค่าใช้จ่ายและประหยัดพลังงาน (Super-eco fishing vessels)

ด้วยจุดประสงค์ของการเตรียมความพร้อมให้กับเรือประมงได้มีทางเลือกในอนาคต จำเป็นต้องใช้ประโยชน์จากแหล่งทรัพยากรทางธรรมชาติหมุนเวียนที่ได้อ้างถึงแล้ว (แรงขับเคลื่อนพลังน้ำและพลังไฟฟ้า) ช่วยในการประหยัดพลังงานอย่างมากและประหยัดค่าใช้จ่ายจากรูปร่างลำเรือ เครื่องยนต์ อุปกรณ์และพัฒนาเทคโนโลยีในการปฏิบัติการ/การสร้างเรือ super-eco fishing vessel ที่ติดตั้งเครื่องมือวิเคราะห์และเป็นข้อมูลต่างๆ ทางการประมง ตามที่กล่าวถึงแล้ว เราจำเป็นต้องส่งเสริมการประหยัดพลังงานโดยการใช้เครื่องมืออย่างมีประสิทธิภาพ ยิ่งไปกว่านั้นเราจำเป็นต้องกระจายความเสี่ยงด้วยการต่อเรือที่ใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง (เรือเอนกประสงค) แทนที่เรือที่จับปลาชนิดเดียว เพื่อเปลี่ยนโครงสร้างการผลิตที่สามารถใช้ประโยชน์จากเครื่องทุ่นแรงได้ตลอดทั้งปี

การประหยัดพลังงานโดยการสร้างระบบขนส่งทางทะเล ยกตัวอย่าง ในเรือคลอบปลาเซารี่ เรือแต่ละลำจะนำปลาเซารี่ที่จับได้ไปตลาด ด้วยการสร้างระบบขนส่งทางทะเล พลังงานจำนวนมากมายก็ยังคงอยู่

(4) การพัฒนาทางเทคโนโลยีการประหยัดพลังงานและประหยัดค่าใช้จ่ายในอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

เพื่อความสำเร็จของการประหยัดพลังงานและประหยัดค่าใช้จ่ายต้องพัฒนาความสามารถในการเก็บรักษาอุณหภูมิของถังน้ำอุ่นเพื่อการเพาะเลี้ยง โดยนำเครื่องป้อนอัตโนมัติและเครื่องติดตามอัตโนมัติในกระบวนการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำสิ่งจำเป็นที่ต้องส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีที่ต้องการ โดยการพิจารณาพัฒนาและแนวทางการใช้ประโยชน์จาก

temperature of breeding water tank warm, introduction of automatic feeder and automatic taking up device in existing aquaculture production process. It is necessary to promote developing required technologies by considering development and direct utilization technology of regenerable energy which is mentioned above and also the forms and locations of aquaculture production which is preferred for the utilization. (For example: Moored/ Ocean floating method coastal aqua farming, onshore aqua farming etc.)

Furthermore, it is vital to produce new breeds which are excellent at growth and improve feeds in order to reduce feeds in aqua farming which requires feeding in parallel with creating measures to reduce (collect) environmental burdens by combination with resources biomass (marine alga, plants etc.) production.

3) Establishment of low-carbon fishing industry and aquaculture industry production system

Against a backdrop of scientific verification result regarding proper temperature for cold storage, it is necessary to examine technical problems for establishing low-carbon consuming distribution and storage system of frozen fishery products which is consistent from production, processing to consumption and resolve the problems. In such case, understandings of consumers and distribution industry are essential. To be more specific, we need to continue improving element technology and system and also examining the issues through alternating from transportation by cars and airplanes to transportation by rail and marine vessels (modal shift) and implementing milk run to collect from markets to rail and marine vessels. Moreover, it is necessary to pay attention to cooperation with distribution system of other industries.

เทคโนโลยีพลังงานทดแทน ที่ได้กล่าวถึงก่อนหน้า และสร้างรูปแบบและหาพื้นที่ของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อให้เหมาะกับการใช้ประโยชน์ (ยกตัวอย่าง ฟาร์มการเพาะเลี้ยงในกระชังลอยน้ำตามชายฝั่งและฟาร์มการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบนฝั่ง) ยิ่งไปกว่านั้น มันจำเป็นที่จะต้องผลิตอาหารเลี้ยงชนิดใหม่ที่จะทำให้มีการเจริญเติบโตได้ดีและปรับปรุงการให้อาหารเลี้ยง เพื่อลดการป้อนในฟาร์มเพาะเลี้ยง ที่ต้องให้อาหารพร้อมกับการวัดการลดลง(สะสม) ที่จะเป็นภาระต่อสิ่งแวดล้อม โดยการรวมกับแหล่งผลิตชีวมวล (สาหร่ายทะเล พืชทะเล เป็นต้น)

**3) การริเริ่มอุตสาหกรรมประมงและอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ปล่อยก๊าซคาร์บอนออกมาน้อย**

กับผลการทดลองทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับอุณหภูมิที่เหมาะสมในห้องเย็น จำเป็นต้องทดสอบปัญหาทางเทคนิคในระบบกระจายสินค้าและระบบเก็บรักษาที่ปล่อยก๊าซคาร์บอนต่ำ ที่เกิดจากกระบวนการผลิต กระบวนการแปรรูปจนถึงการบริโภคและการแก้ไขปัญหาต่างๆ เช่นในกรณี ความเข้าใจผู้บริโภคและอุตสาหกรรมกระจายสินค้าเป็นเรื่องจำเป็น เราต้องพัฒนาเทคโนโลยีพื้นฐานและทดสอบปัญหาเกี่ยวกับทางเลือกจากการขนส่งทางรถและเครื่องบินจนถึงการขนส่งทางรถไฟและทางเรือเดินทะเล (เปลี่ยนแปลงอย่างมีแบบแผน) และการทำงานให้สำเร็จเพื่อรวบรวมจากตลาดไปส่งทางรถไฟและเรือเดินทะเล ยิ่งไปกว่านั้น จำเป็นต้องเอาใจใส่ในความร่วมมือกับระบบกระจายสินค้าของอุตสาหกรรมอื่นๆ ด้วย

Fishing industry energy technology research institute

Chairpersons

| | |
|---|---|
| Kiyoshi Inoue | Fisheries Research Agency |
| Hisaharu Sakai | Tokyo university of Marine Science and Technology |
| Takeshi Hamada | Tokyo University of Marine Science and Technology |
| Yutaka Fukuda | National Fisheries University |
| Keichi Komai | The Energy saving Center, Japan |
| Masashi Kiue | Japan Fisheries Association |
| Koji Aoyanagi | JF Zengyoren |
| Tokuo Nagashima | Fishing boat and system engineering association |
| Tokio Wada | Fisheries Research Agency National Research Institute of Fisheries Engineering |

Head office

| | |
|---|---|
| Tokumasa Baba | Fisheries Research Agency |
| Toshihiro Watabe | Fisheries Research Agency |

Fishing industry energy technology research institute Proper utilization project committee

| | | |
|---|---|---|
| Chairpersons | Tokuo Nagashima | Fishing boat and system engineering association |
| | Kyoji Yano | |
| | Koki Kondo | |
| | Keichi Komai | The Energy saving Center, Japan |
| | Koji Aoyanagi | JF Zengyoren |

Head office

Kenichi Oda Fisheries Research Agency National Research Institute of Fisheries Engineering

Sumio Hirokawa Fisheries Research Agency Institute of Research and development

Yukio Tasaka Fisheries Research Agency Central Research institute of Fisheries

Fishing industry energy technology research institute Committee of promotion of LED introduction research

Chairpersons

| | |
|---|---|
| Tokuo Nagashima | Fishing boat and system engineering associatio |
| Hiroshi Inada | Tokyo University of Maine Science and Technology |
| Takafumi Sihou | Ishikawa Prefecture Fisheries Research Agency |
| Michio Ogawa | Fisheries Research Agency Institute of Research and development |

Head office

| | |
|---|---|
| Michio Ogawa | Fisheries Research Agency Institute of Research and development Yosuke |
| Ochi | Fisheries Research Agency Institute of Research and development |

Fishing industry energy technology research institute Committee of controlling proper temperature for storage of fishery products

**สถาบันวิจัยเทคโนโลยีพลังงานในอุตสาหกรรมประมง**

ประธาน

| | |
|---|---|
| Kiyoshi Inoue | ตัวแทนนักวิจัยประมง |
| Hisaharu Sakai | เทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์ทางทะเลแห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว |
| Takeshi Hamada | เทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์ทางทะเลแห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว |
| Yutaka Fukuda | มหาวิทยาลัยประมงแห่งชาติ |
| Keichi Komai | ศูนย์ประหยัดพลังงานประเทศญี่ปุ่น |
| Massashi Kiue | สมาคมประมงญี่ปุ่น |
| Koji Aoyanagi | JF Zengyoren |
| Tokuo Nagashima | สมาคมวิศวกรรมระบบประมงและเรือประมง |
| Tokio Wada | ตัวแทนนักวิจัยประมง จากสถาบันวิจัยวิศวกรรมประมงแห่งชาติ |

สำนักงานใหญ่

| | |
|---|---|
| Tokumass Baba | ตัวแทนนักวิจัยประมง |
| Toshihiro Watabe | ตัวแทนนักวิจัยประมง |

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีพลังงานในอุตสาหกรรมประมง คณะกรรมการโครงการการนำมาใช้ประโยชน์ที่เหมาะสม

ประธาน

| | |
|---|---|
| Tokuo Nagashima | สมาคมระบบวิศวกรรมและเรือประมง |
| Kyoji Yano | |
| Koki Kondo | |
| Keichi Komai | ศูนย์ประหยัดพลังงานญี่ปุ่น |
| Koji Aoyanagi | JF Zengyoren |

สำนักงานใหญ่

| | |
|---|---|
| Kenichi Oda | ตัวแทนนักวิจัยประมง จากสถาบันวิจัยวิศวกรรมประมงแห่งชาติ |
| Sumio Hirokawa | ตัวแทนนักวิจัยประมง จากสถาบันวิจัยและพัฒนา |
| Yukio Tasaka | ตัวแทนนักวิจัยประมง จากสถาบันวิจัยประมงกลาง |

คณะกรรมการสถาบันวิจัยเทคโนโลยีพลังงานอุตสาหกรรมประมงในการส่งเสริมการวิจัยนำ LED มาใช้

ประธาน

| | |
|---|---|
| Tokuo Nagashima | สมาคมระบบวิศวกรรมและเรือประมง |
| Hiroshi Inada | เทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์ทางทะเลแห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว |
| Takafumi Sihou | ตัวแทนนักวิจัยประมงจังหวัด Ishikawa |
| Michio Ogawa | ตัวแทนนักวิจัยประมง จากสถาบันวิจัยและพัฒนา |

สำนักงานใหญ่

| | |
|---|---|
| Michio Ogawa | ตัวแทนนักวิจัยประมง จากสถาบันวิจัยและพัฒนา |
| Yosuke Ochi | ตัวแทนนักวิจัยประมง จากสถาบันวิจัยและพัฒนา |

คณะกรรมการสถาบันวิจัยเทคโนโลยีพลังงานอุตสาหกรรมประมงในการควบคุมอุณหภูมิที่เหมาะสำหรับห้องเก็บผลิตภัณฑ์ประมง

Chairpersons

| | |
|---|---|
| Yutaka Fukuda | National Fisheries University |
| Yasunori Takaba | Toyo Reizo |
| Shinichi Yamaue | MAYEKAWA MFG. CO., LTD. |
| Kazu Tsuchiya | Federation of Japan Tuna Fisheries Co-operative Association |
| Yukitoshi Kotani | Tottori prefecture Industrial Technology Research Institute |
| Kaname Matsumoto | Shinyo Suisan |

Head office

| | |
|---|---|
| Masaichi Murata | Fisheries Research Agency Central Research institute of Fisheries |
| Yukio Tasaka | Fisheries Research Agency Central Research institute of Fisheries |
| Houshin Hiraoka | Fisheries Research Agency Central Research institute of Fisheries |
| Sumio Hirokawa | Fisheries Research Agency Institute of Research and development |

ประธาน

| | |
|---|---|
| Yutaka Fukuda | มหาวิทยาลัยประมงแห่งชาติ |
| Yasunori Takaba | Toyo Reizo |
| Shinichi Yamaue | MAYEKAWA MFG.CO.,LTD. |
| Kazu Tsuchiya | สมาคมมูลนิธิความร่วมมือการประมงปลาทูน่าญี่ปุ่น |
| Yukitoshi Kitani | สถาบันวิจัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมจังหวัด Tottori |
| Kaname Matsumoto | Shinyo Suisan |

สำนักงานใหญ่

| | |
|---|---|
| Masaichi Murata | ตัวแทนนักวิจัยจากสถาบันวิจัยประมงกลาง |
| Yukio Tasaka | ตัวแทนนักวิจัยจากสถาบันวิจัยประมงกลาง |
| Houshin Hiraoka | ตัวแทนนักวิจัยจากสถาบันวิจัยประมงกลาง |
| Sumio Hirokawa | ตัวแทนนักวิจัยจากสถาบันวิจัยประมงกลาง |

**Estimate of energy saving effects and fuel consumption amount by major fishing types**

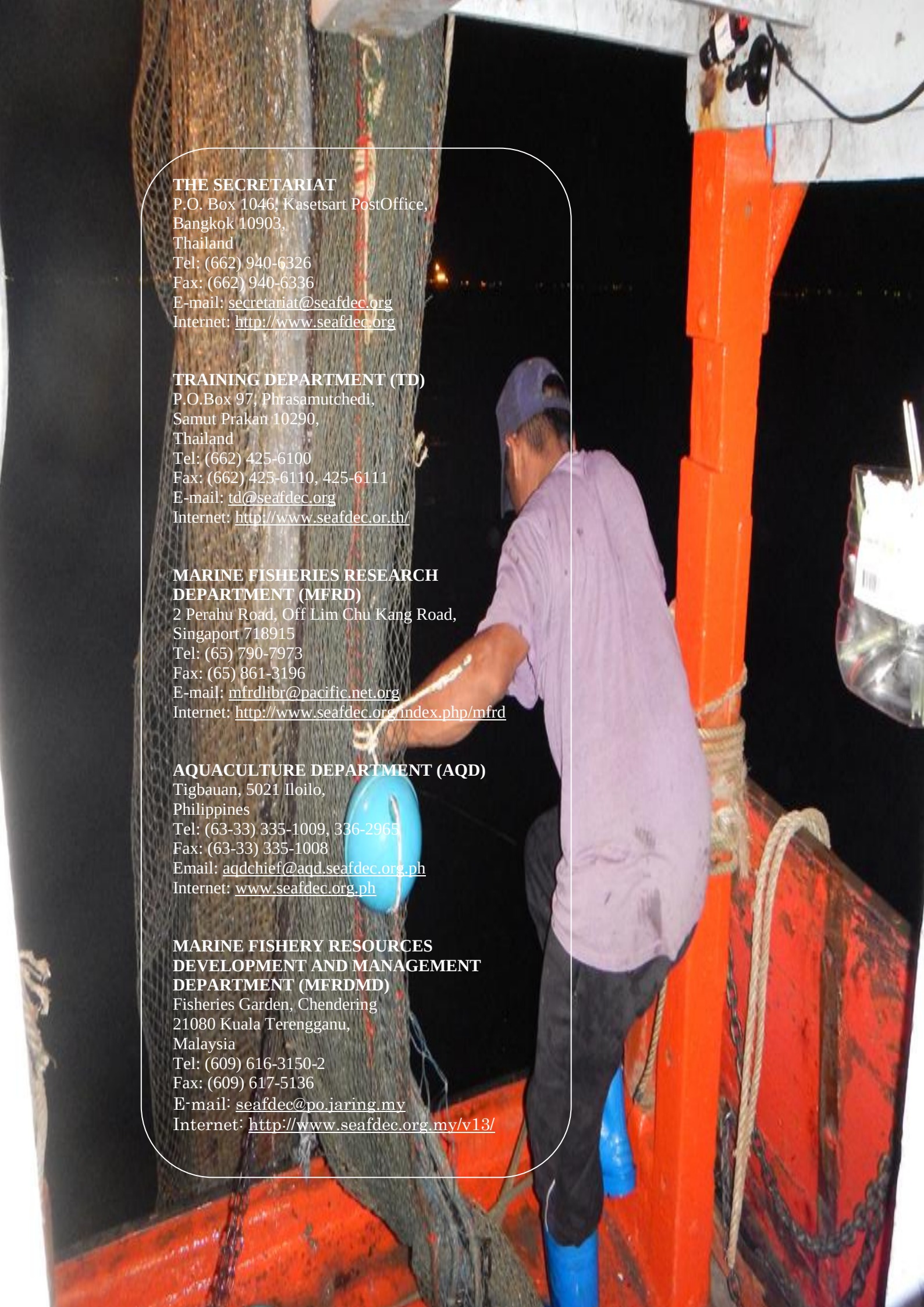
As for each fishing vessel of which data of operational condition and fuel consumption condition were obtained, we estimated fuel consumption of main engine and auxiliary engine and estimated the effects, depending on each operational condition such as during sailing, operation and anchorage, by type of fishing, in order to estimate the effects in case energy saving measures are implemented for fishing vessels. The estimate of energy saving effects which is shown from following page is maximum value as a reference in case all the measures are implemented.

In case it is difficult to input numerical values, it is shown only in the color of cell. Green shows roughly 5%, light blue shows roughly less than 5%, red on the other hand shows increase of fuel consumption and white shows that it does not fall under any of these. Energy saving effects may vary significantly depending on statues of use, specification and size of fishing vessel. Also, as for fishing vessels which are already equipped with devices for energy saving such as bulbous bow, concerning corresponding article shown in yellow “if the equipment corresponds, it is effective”, please be noted that there is no energy saving effects.

**การประเมินผลการประหยัดพลังงานและจำนวนการใช้น้ำมันในการประมง**

เรือประมงแต่ละลำมีข้อมูลการปฏิบัติงานและข้อมูลการใช้น้ำมันเพลิง เราประเมินการใช้น้ำมันของเครื่องยนต์ใหญ่และเครื่องยนต์เสริมและผลที่ได้จากกการประเมิน ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดปฏิบัติการของเรือประมงแต่ละลำ เช่น ระหว่างการเดินเรือ การปฏิบัติการและการทอดสมอ ด้วยชนิดของประมง เพื่อประเมินผลกรณีที่ตัววัดประหยัดพลังงานเป็นผลสำเร็จสำหรับเรือประมง การประเมินผลการประหยัดพลังงานที่แสดงในหน้าต่อไปได้ค่ามากที่สุดตามที่อ้างอิงจากตัววัดทั้งหมดที่เป็นผลสำเร็จ

ในกรณีที่ยากในการใส่ค่าเป็นตัวเลข มันแสดงในช่องสี สีเขียวแสดงประหยัดน้ำมัน 5% ฟ้าอ่อนแสดงประหยัดน้ำมันน้อยกว่า 5% สีแดงแสดงการใช้น้ำมันเพิ่มขึ้น และสีขาวไม่แสดงผลอะไรเลย ผลการประหยัดพลังงานอาจจะมีความสำคัญหลากหลาย ขึ้นอยู่กับสถานะของการใช้งาน ความเฉพาะของเรือและขนาดของเรือ เรือประมงที่ติดตั้งเครื่องมือประหยัดพลังงานเรียบร้อยแล้ว เช่น หัวเรือแบบกระเปาะ เกี่ยวกับผลสำเร็จจะแสดงในสีเหลือง ถ้าอุปกรณ์เป็นผลสำเร็จมันจะมีประสิทธิภาพ แต่สังเกตได้ว่าไม่มีผลของการประหยัดพลังงาน




**THE SECRETARIAT**
P.O. Box 1046, Kasetsart PostOffice,
Bangkok 10903,
Thailand
Tel: (662) 940-6326
Fax: (662) 940-6336
E-mail: secretariat@seafdec.org
Internet: http://www.seafdec.org

**TRAINING DEPARTMENT (TD)**
P.O.Box 97, Phrasamutchedi,
Samut Prakan 10290,
Thailand
Tel: (662) 425-6100
Fax: (662) 425-6110, 425-6111
E-mail: td@seafdec.org
Internet: http://www.seafdec.or.th/

**MARINE FISHERIES RESEARCH DEPARTMENT (MFRD)**
2 Perahu Road, Off Lim Chu Kang Road,
Singaport 718915
Tel: (65) 790-7973
Fax: (65) 861-3196
E-mail: mfrdlibr@pacific.net.org
Internet: http://www.seafdec.org/index.php/mfrd

**AQUACULTURE DEPARTMENT (AQD)**
Tigbauan, 5021 Iloilo,
Philippines
Tel: (63-33) 335-1009, 336-2965
Fax: (63-33) 335-1008
Email: aqdchief@aqd.seafdec.org.ph
Internet: www.seafdec.org.ph

**MARINE FISHERY RESOURCES DEVELOPMENT AND MANAGEMENT DEPARTMENT (MFRDMD)**
Fisheries Garden, Chendering
21080 Kuala Terengganu,
Malaysia
Tel: (609) 616-3150-2
Fax: (609) 617-5136
E-mail: seafdec@po.jaring.my
Internet: http://www.seafdec.org.my/v13/