



室蘭工業大学地域共同研究開発センター研究報告  
No. 24 全1冊

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学地域共同研究開発センター 公開日: 2016-11-21 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10258/00009038">http://hdl.handle.net/10258/00009038</a>

室蘭工業大学

# 地域共同研究開発センター 研究報告

No. 24



Feb. 2014



*Center for Cooperative Research  
and  
Development  
Muroran Institute of Technology*



# — 目 次 —

## 【共同研究プロジェクト成果】

- (1) 次世代高性能シリコン薄膜デバイス製造に向けた  
低温シリコン膜の研究開発(平成 23 年度) . . . . . 1  
福田 永, 植杉 克弘, 城 尚志
- (2) 次世代高性能シリコンデバイス製造に向けた新規プロセスの研究開発(平成 24 年度) . . . . . 4  
福田 永, 植杉 克弘, 城 尚志
- (3) FRP 板水中補強した RC 梁の曲げ耐荷性状に及ぼすせん断キー間隔の影響 . . . . . 7  
三上 浩, 栗橋 祐介, 岸 徳光, 小室 雅人
- (4) 積雪寒冷地域における道路構造物の高度化・長寿命化に関する研究 . . . . . 14  
川瀬 良司, 小室 雅人, 岸 徳光, 栗橋 祐介
- (5) 複数航空機ブロードバンドデータリンク用追尾アレー技術の研究 . . . . . 22  
上羽 正純, 小林 聖

## 【平成 24 年度 プレ共同研究成果】

- (1) 生活圏の環境放射線リアルタイムモニタリングシステムの開発 . . . . . 25  
河内 邦夫, 幸野 豊, 日向 洋一
- (2) レアアース代替材による鋳鉄製造法の開発 . . . . . 29  
白井 雅人, 清水 一道, 船曳 崇史
- (3) 配管材料のエロージョン摩耗特性及び耐摩耗材料の開発 . . . . . 32  
牟禮 眞太郎, 清水 一道, 楠本 賢太

## 【フロンティア技術検討会】

### 【講演録】

テーマ:「エネルギー戦略と省エネの対策及び実践について」 . . . . . 35

### 【開会挨拶】

(公財)室蘭テクノセンター 理事長 栗林 和徳 氏

### 【講演】

演題Ⅰ:「エネルギーを巡る現状と再生可能エネルギーの利用拡大に向けて」 . . . . . 36

北海道経済産業局資源エネルギー環境部エネルギー対策課 課長 多田 好克 氏

演題Ⅱ:「継続的な節電/省エネを“かしこく”進めるための着眼点」 . . . . . 40

(一財)省エネルギーセンター省エネ人材育成本部育成事業部 課長 鈴木 伸隆 氏

演題Ⅲ:「企業における技術革新と省エネルギー活動」 . . . . . 48

～省エネ技術開発事例と省エネ診断活用事例～

(公財)室蘭テクノセンター 総括アドバイザー 安澤 典男 氏

興和工業(株) 代表取締役社長 鈴木 高士 氏

## 【平成 24 年度 共同研究等事業実績】

共同研究プロジェクト, 民間等との共同研究, 受託研究, プレ共同研究等 . . . . . 55

## 【平成 24 年度 事業活動】

研究協力会活動, 研修会, セミナー, 研究会等, 研究推進等 . . . . . 59

## 【表紙写真】

上左:平成 24 年度 プレ共同研究(ヒヤリング)

上右:平成 24 年度 第 4 回MOT 実践講座

中左:室蘭経営革新塾

中右:フロンティア技術検討会

下左:平成 24 年度 高度技術研修(札幌会場)

下右:平成 24 年度 CRDセミナー(H25.3.8)





## 【共同研究プロジェクト成果】



# 次世代高性能シリコン薄膜デバイス製造に向けた低温シリコン膜の研究開発(平成 23 年度)

福田 永\*<sup>1</sup>, 植杉 克弘\*<sup>2</sup>, 城 尚志\*<sup>3</sup>

## 1 はじめに

近年, ポリシルセスキオキサン(PSQ)をはじめとする有機高分子材料は, 薄膜形成技術の急速な進歩により, 誘電, 絶縁, さらに光学材料として広い範囲に利用されるようになった. 特にエレクトロニクス分野においては, 低温堆積の利点を活かし LSI 用層間絶縁膜や薄膜トランジスタのゲート絶縁膜に大きな期待がよせられている<sup>1)</sup>. 近年, 有機高分子材料のひとつであるサイトップ(CYTOP: 商品名)は, 図 1 に示すようにペルフルオロ(4-ビニルオキシ-1-ブテン)

(BVE) を環化重合させた構造で, フッ素樹脂特有の物性を備えつつ, 非晶質であるがゆえ, 紫外, 可視, 近赤外の幅広い波長領域で透明であるという特徴を有している<sup>2)</sup>. また誘電特性および電気的絶縁性も調べられており, 誘電正接  $\tan\delta$  が  $10^{-4}$ , 絶縁破壊耐圧が 3 MV/cm と報告されている<sup>3)</sup>. さらにアルカリ, 有機溶媒に対して高い薬品耐性を持つ一方, 専用の特殊フッ素系溶媒を用いて溶解させることができるためドロップキャスト法やスピンコート法などの塗布プロセスによる成膜が可能である. CYTOP は高い揮発性を持つことから表面エネルギーが小さく安定な構造をとりその上に形成する有機薄膜の結晶成長が促進される利点がある. 本研究では, CYTOP 層を電荷蓄積として機能させる有機半導体トランジスタ(OTFT)型メモリ

デバイスを報告する. ゲート絶縁膜を  $\text{SiO}_2$ /CYTOP の積層構造にし, かつチャンネル層としてポリ 3-ヘキシルチオフェン(P3HT)を用いることでメモリ機能とトランジスタ機能を発現させた. 本報告は OTFT メモリについて, その電気的特性および電荷保持特性について示す.

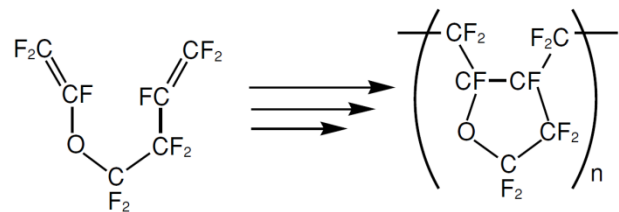


図 1 BVE の分子構造(左図)と高分子化した構造(右図)

## 2 実験方法

基板として抵抗率が  $0.1\Omega\cdot\text{cm}$  の  $p^+$ -Si (100)を用いた. その上に熱酸化を用いて厚さ 200nm の  $\text{SiO}_2$  膜を形成した. 次に旭硝子製の CYTOP (9wt%)を用いて膜を作製した. CYTOP は耐薬品性が高いため, パーフルオロ溶液により 5wt%に希釈して使用した. CYTOP は, 自立薄膜転写法 (FTM)により行った. この手法は非水系貧溶媒であるエチレングリコール上に有機半導体の溶液を滴下し, 溶媒が自然に揮発するのを待って基板に直接転写する方法である.

チャンネル層には p 型有機半導体材料である P3HT を使用した. P3HT は, MERCK 社製 (HT 結合 98.5%以

\*1: しくみ情報系領域

\*2: もの創造系領域

\*3: 帝人株式会社融合技術研究所 所長

上, クロロホルムは関東化学社製のものを使用した。クロロホルムは P3HT に対して良い溶媒ではあるが, 室温状態では溶解性が悪く, 沈殿物が形成されるため, 約 55°C の温水に浸した状態で, 超音波洗浄器内で 30 分程度加熱することにより溶解させて用いた。最後に P3HT 薄膜上に真空蒸着法によりマスクを用いて金電極を形成した。

### 3 デバイス作製および評価

デバイス構造を図 2 に示す。ゲート絶縁膜が SiO<sub>2</sub> 膜に CYTOP を積層した構造になっている。

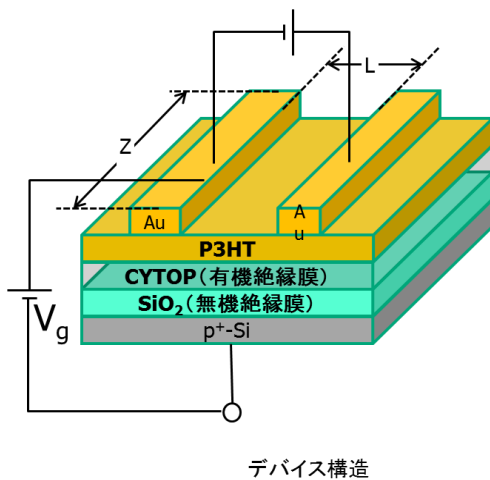


図 2 OTFT メモリ構造

SiO<sub>2</sub>/CYTOP 積層 OTFT メモリの出力特性を図 3 に示す。移動度は,  $1.04 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ , on/off 比は, 117 であった。次に OTFT メモリの伝達特性を図 4 に示す。縦軸は, ドレイン電流値で表示している。しきい値電圧は  $V_{th}=6.06\text{V}$  であった。測定条件はドレインソース間電圧 -20 V と一定にし, ゲート電圧 40 V を 10~60 s 印加し, 伝達特性の変化を測定した。

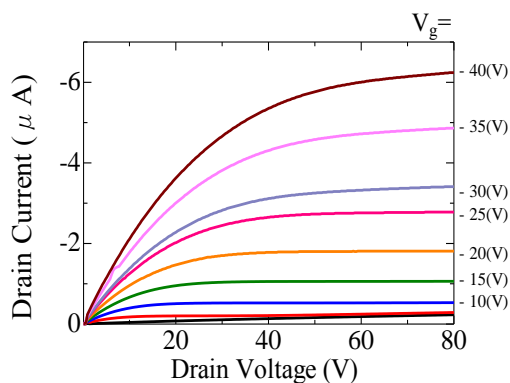


図 3 OTFT メモリの出力特性

次にソース〜ドレイン間に 20 V の電圧を印加し, ゲート〜ソース間に 40 V のバイアスを 10 秒毎に印加した場合の伝達特性を図 4 に示す。

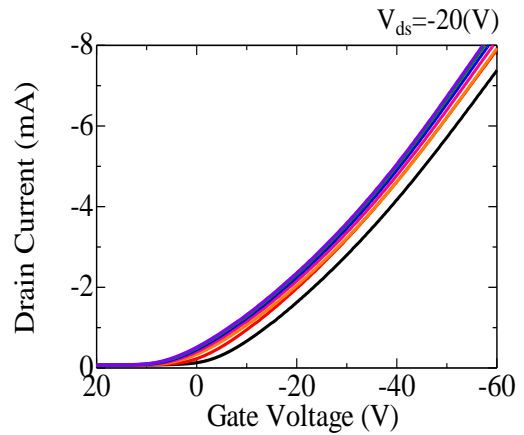


図 4 ストレス印加前後の OTFT メモリの伝達特性

バイアス印加によりドレイン電流の増加がみられている。このことは, CYTOP 膜への電荷蓄積を意味していると考えられる。一方, ゲートに逆バイアスを

印加することでバイアス印加前の初期状態に戻ることが示された。すなわち, メモリの書き込み・消去およびデータ保持が得られることが確認できた。なお, 今回導入した FTM 法はクロロホルムに溶解した P3HT を非水質溶媒であるエチレングリコール上に滴下し薄膜を形成するため, 溶媒による下地膜の侵蝕が起こらず, 本来の結晶性を乱すことなく P3HT が凝集し, 良好な出力特性および伝達特性が得られたものと考えられる。

### 4 まとめ

P3HT 薄膜を FTM 法により成膜した p チャネルタイプ OTFT において, 従来のスピンコート法によるプロセスよりも良好な出力特性とメモリ特性が得られた。今後は FTM 法を適用して, n チャネル型の OTFT メモリを作製し, 動作性の向上を試みる。さらに, 電荷注入条件の最適化を図る。本研究の目標として, p および n 形 OTFT メモリで構成されたアナログ動作自己学習型ニューラル回路の作製を目指す。本研究の成果により平成 24 年度からスタートした科学研究費補助金新学術領域研究 (研究領域提案型) 「生物多様性を規範とする革新的材料技術」に繋げることができた。また, 平成 25 年度科学研究費補助金「基盤研究(C)」課題番号 25420310 の採択となった。

## 文献

- (1) 八瀬清志著, 「有機エレクトロニクスにおける分子配向 技術」, (株) シーエムシー出版, 2007, pp.8
- (2) 尾川 元, 杉山徳英, 神田眞宏, 岡野邦子, Reports Res. Lab. Asahi Glass Co.,Ltd.,55,2005, pp.47-51
- (3) 田口裕一, 伊東栄次, 宮入圭一, 電子情報通信学会 信学技報 IEICE Technical Report CME2005-81, 2005, pp.5-10

# 次世代高性能シリコンデバイス製造に向けた新規プロセス の研究開発(平成 24 年度)

福田 永\*<sup>1</sup>, 植杉 克弘\*<sup>2</sup>, 城 尚志\*<sup>3</sup>

## 1 はじめに

本研究は、次世代フレキシブルデバイスに用いる薄膜トランジスタ(TFT)および薄膜太陽電池に不可欠な新規薄膜デバイスプロセス技術の開発を帝人(株)融合技術研究所と共同して行ったものである。具体的には、帝人が開発したシリコンナノ粒子を用いて、高品質で信頼性の高いシリコン薄膜を製造し、それを TFT に適用し性能を評価した。この成果により従来のシリコン薄膜デバイスに勝る性能が期待できる<sup>1)</sup>。

帝人(株)は、最先端のシリコン薄膜形成技術を有し、すでに導電性のシリコンナノ材料の作製に成功している。平成 24 年度は、帝人(株)が開発したナノシリコン粒子を当研究室にてデバイス化検討を行い、従来のデバイスの性能を超える次世代のフレキシブルデバイスを実現することを目標とした。本研究での成果は、国内外のシリコン半導体市場を飛躍的に拡大するものと期待できる。

## 2 ナノシリコン粒子膜の作製および評価結果

シリコンナノ粒子は CO<sub>2</sub> レーザー熱分解(LP: Laser Pyrolysis)法により作製した。LP法を用いることにより粒径制御が可能(7~20 nm)、不純物ドーピング(固溶限界近傍まで)が可能、さらに量産性に優れている(500 g/hr)ことが特徴として挙げられる。

透過電子顕微鏡(TEM)を用いた粒子形状を図 1 に示す。直径にして 10~20 nm の粒子が均一に形成されていることが確認できる。X 線回折(XRD)を用いて結晶性を評価した結果、Si (111), (220) および(311)に由来するピークが明瞭に現れたことからナノ粒子は結晶状態にあると判断される(図 2)。

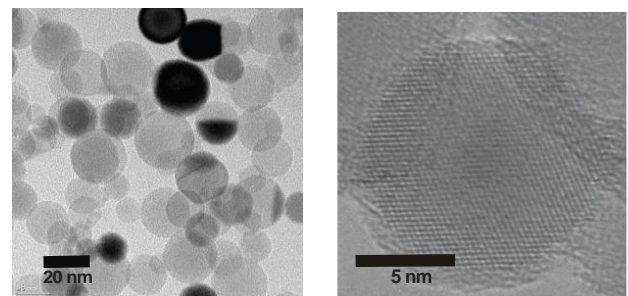


図 1 シリコンナノ粒子の TEM 像

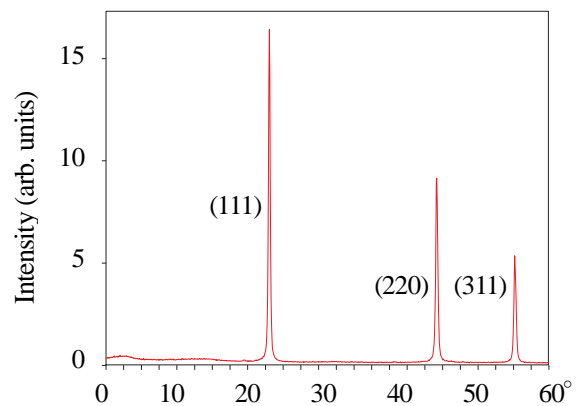


図 2 シリコンナノ粒子の XRD パターン

\*1: しくみ情報系領域

\*2: もの創造系領域

\*3: 帝人株式会社融合技術研究所 所長

次にシリコンナノ粒子を有機溶媒に溶かし、インク状およびペースト状の材料を合成した。これらの特徴は、添加材/分散剤が不要であること、室温放置で5ヶ月以上安定であり、ナノ粒子濃度の制御が可能であること、さらに広い膜厚の範囲(50 nm~1 μm)で膜成長が可能であることが特徴である。

シリコンインクを基板に塗布し、続いてレーザー(波長 532nm, パルス照射時間 100 ns)を表面に照射することでシリコン薄膜が形成できる。図3はナノシリコン粒子で構成された真性シリコン薄膜の断面形状を示したものである。図3より均一な膜が得られていることが示される。

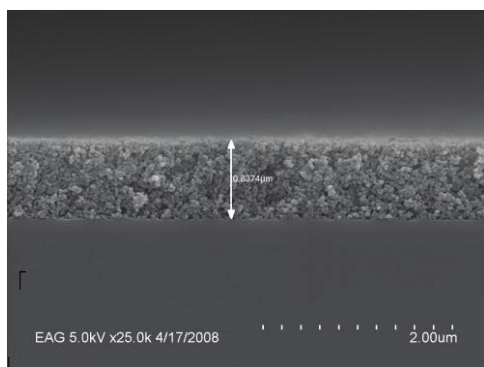


図3 シリコンインクを用いスピコート法により作製されたシリコンナノ粒子薄膜の断面SEM像

### 3 デバイスの作製と電気的特性

リンをドーピングしたシリコン粒子およびホウ素をドーピングしたシリコン粒子をシリコンインクに混ぜることにより不純物濃度分布が均一な導電性のシリコン薄膜を得ることができる。

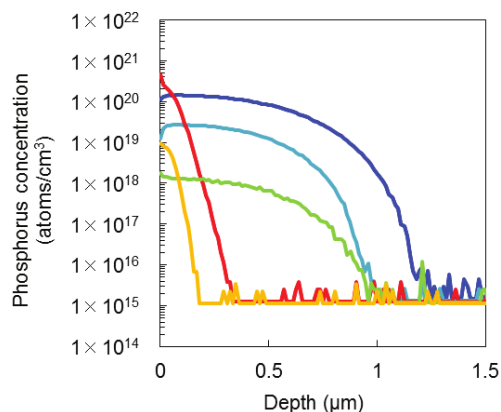


図4 二次イオン質量分析法(SIMS)によるシリコン中のリン原子深さ方向分布

$10^{20}$  atoms/cm<sup>3</sup>のリン原子を導入した膜では、抵抗が $4 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ まで低下した。次にこれらの導電性シリコン薄膜を堆積した薄膜トランジスタを作製し、電気的特性を評価した。チャンネル領域は、ナノ粒子にレーザードーピングにより形成した。

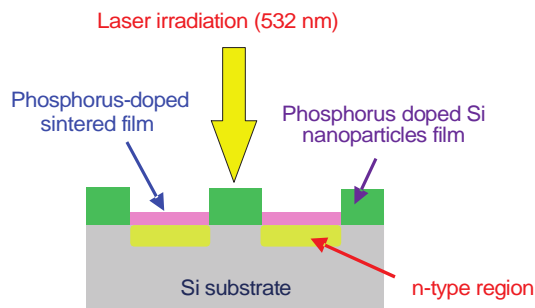


図5 作製した薄膜トランジスタの断面構造

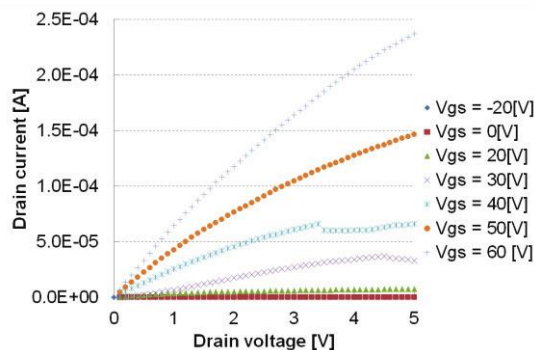


図6 薄膜トランジスタの出力特性

出力特性の解析の結果、 $8 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ のキャリア移動度が得られ、ポリシリコン薄膜トランジスタの性能に匹敵する値が得られている。

### 4 まとめ

本研究において、次世代のシリコン材料として有望なシリコンナノ結晶を用い、実際に薄膜トランジスタを製造することができた。デバイス性能を評価した結果、従来のポリシリコン薄膜トランジスタに匹敵する移動度が得られた。本研究の成果により平成24年度からスタートした科学研究費補助金新学術領域研究(研究領域提案型)「生物多様性を規範とする革新的材料技術」に繋げることができた。また、平成25年度科学研究費補助金「基盤研究(C)」課題番号25420310の採択となった。



## 文献

- (1) Y. Ikeda, T. Imamura, Y. Tomizawa and T. Shiro, “ Novel Materials for Printed Electronics”, *Abstract of the 21<sup>st</sup> Int. Display Worksho p*, Niigata, 2013.

# FRP 板水中補強した RC 梁の曲げ耐荷性状に及ぼすせん断キー間隔の影響

三上 浩\*1, 栗橋 祐介\*2, 岸 徳光\*3, 小室 雅人\*2

## 1 はじめに

近年、連続繊維シート（以後、FRP シート）接着工法による耐震補強工事が数多く採用されている。これは、耐震設計法の改定に伴い、既設鉄筋コンクリート（RC）橋脚を対象とした補強工事が盛んに行われているためである。しかしながら、耐震補強を必要とする構造物は陸上の橋脚だけではなく、当然のことながら河川橋脚も含まれる。耐震補強工法は多岐にわたるが、いずれの補強工法においても河川橋脚を対象にした場合には、橋脚基部周辺に仮締切工事を行い、施工部を予め乾燥状態にする必要がある。従って、河川橋脚の耐震補強工事は陸上での補強工事に比較して膨大なコストが必要となることから、限定的にしか行われていないのが現状である。

そのため著者らは、仮締切が不要で、水中での施工が可能な FRP シートにエポキシ系樹脂を含浸硬化した AFRP 板を水中接着樹脂を用いて水中接着補強する工法を考案した。なお、シートはしなやかで伸び性能に優れたアラミド繊維製 FRP シート（以後、AFRP シート）を使用することとしている。

既往の研究では、提案の水中接着工法を用いて曲げ補強した RC 梁の静載荷実験を行っている<sup>1)</sup>。その結果、RC 梁の曲げ耐力を向上させることが可能であるものの、鉄筋降伏後の比較的作用荷重の大きい領域における接着性能は気中接着補強の場合よりも劣ることが明らかになっている。そのため、著者らはせん断キーを設ける力学的手法に着目し、接着性能が改善可能であることを明らかにしている<sup>2)</sup>。しかしながら、せん断キーの配置間隔や RC 梁の断面寸法が耐荷性状に及ぼす影響については明らかに

なっていない。

このような観点より、本研究では水中接着補強工法における接着性能改善策の提案を目的として、コンクリート表面にせん断キーを設ける方法を提案した。その効果を検証するために、断面寸法やせん断キー間隔を変化させた AFRP 板水中接着曲げ補強 RC 梁の静載荷実験を行った。

## 2 実験概要

### 2.1 試験体概要

表-1には、本実験に用いた試験体の一覧を示している。試験体数は、断面寸法およびせん断キーの配置間隔を変化させた全 9 体である。梁 A および梁 B の断面寸法はそれぞれ 150 × 150 mm、220 × 220 mm である。試験体名の内、第 1 項目は RC 梁の種類（A：梁 A，B：梁 B）、第 2 項目の英文字 G に付随する数値はせん断キーの配置間隔（mm）を示している。

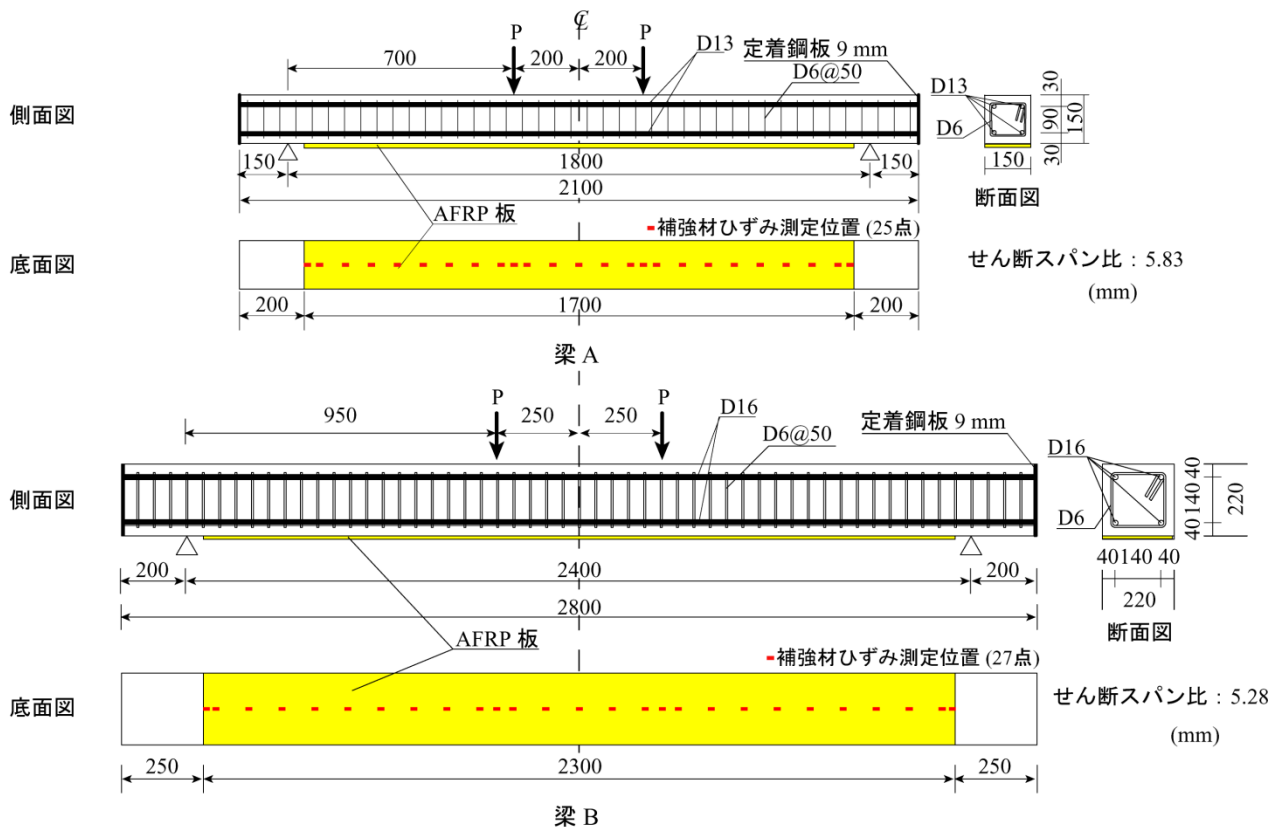
表-1 試験体一覧

試験体名	梁の種類	せん断キー間隔(mm)
A-G0	A (150 × 150 mm)	-
A-G30		30
A-G60		60
A-G90		90
B-G0	B (220 × 220 mm)	-
B-G30		30
B-G60		60
B-G90		90
B-G135		135

\*1：三井住友建設(株) 技術開発センター

\*2：くらし環境系領域 社会基盤ユニット

\*3：釧路工業高等専門学校



図－1 試験体の形状寸法，配筋状況および補強概要

図－1には、試験体の形状寸法，配筋状況および補強概要を示している。梁 A は、純スパン長 1.8 m の複鉄筋 RC 梁である。上下端鉄筋には SD345D13 を 2 本ずつ配置し，スターラップには SD345D6 を用い 50 mm 間隔で配置している。梁 B は、純スパン長 2.4 m の複鉄筋 RC 梁である。上下端鉄筋には D16(SD345) を 2 本ずつ配置し，スターラップには D6(SD345) を用い 50 mm 間隔で配置している。梁の下面には梁 A, B ともに表－2 に示す保証耐力 392 kN/m の AFRP 板を接着している。梁 A, B における AFRP 板の幅は，それぞれ 150 および 220 mm であり，梁軸方向の補強範囲は梁の種類によらずスパン中央部から両支点の 50 mm 手前までとしている。

図－2には、コンクリート表面のせん断キークの配置状況を示している。せん断キークの幅および深さは，せん断キークの配置間隔や梁の種類によらず，それぞれ 10 mm, 5 mm に設定した。また，梁 A, B の実験時におけるコンクリート圧縮強度はそれぞれ  $f_c = 38.6, 34.8 \text{ MPa}$  であり，軸方向鉄筋の降伏強度は  $f_y = 377 \text{ MPa}$  であった。

表－3には、水中接着樹脂の力学的特性値の一覧を示している。本研究に用いた水中接着樹脂は、2 種混合型のエポキシ系接着樹脂であり、主剤、硬化剤

ともにパテ状である。また、水中接着樹脂の接着性能は、AFRP 板とコンクリート面との接着および養生を水中で行い，土木学会「連続繊維シートを用いたコンクリート構造物の補修補強指針」<sup>3)</sup>における「連続繊維シートとコンクリートの接着試験方法(案)」に準拠して評価した。

その結果，試験は母材コンクリートの引張破壊で終了し，接着強度の平均値は 2.6 MPa であった。この値は，既設コンクリートの補修・補強用接着材料に関する一般的な照査値 (1.5 MPa) を上回っている。従って，本実験に用いた水中接着樹脂は接着材料としての性能を満足しているものと言える。

## 2.2 RC 梁の水中接着補強方法および実験方法

AFRP 板には，既往の研究結果に基づき接着界面の接着性能向上を目的に粗面処理として砂付き処理を行った。AFRP 板の砂付き処理は，板表面に汎用の含浸接着樹脂を塗布し，その上に 5 号珪砂を振り掛けて行った。なお，珪砂の使用量は  $250 \text{ g/m}^2$  程度である。また，コンクリートの接着界面処理としてはブラスト処理を行った。ブラスト処理は専用のブラストマシンを用いて深さ 1 mm 程度の処理とした。なお，ブラスト処理は気中で行った。せん断キークは RC 梁製作時に型枠底面の所定の位置に角

表－2 FRP 補強材の力学的特性値 (公称値)

FRP 補強材の種類	保証耐力 (kN/m)	厚さ (mm)	引張強度 (GPa)	弾性係数 (GPa)	引張軸剛性 (kN/mm)	破断ひずみ (%)
AFRP 補強材	392	0.193	2.06	118	22.8	1.75

表－3 水中硬化型接着樹脂の力学的特性値(公称値)

	圧縮強度(MPa)	曲げ強度(MPa)
圧縮強度	44.4	JIS K - 6911
曲げ強度	22.5	JIS K - 6911
引張強度	9.3	JIS K - 6911

材を配置して設けた。

RC 梁の水中接着補強は、大型の水槽(平面寸法 3 × 1 m, 深さ 0.5 m) を用いて RC 梁を水没させた状態で行った。水中接着補強における施工手順は以下の通りである。

- 1) 水中接着樹脂を混合し、厚さ 4 mm 程度に成形する。
- 2) 気中で AFRP 板と成形した接着樹脂を一体化させる。
- 3) 水槽内に設置された RC 梁の接着面に 2) を配置し圧着する。
- 4) 圧着した状態で 5 日間程度水中養生する。

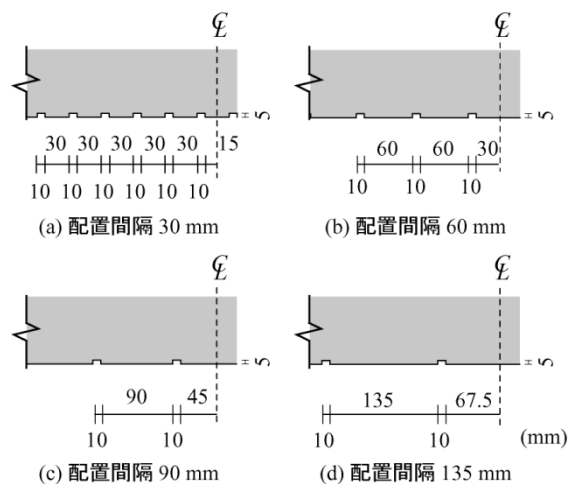
なお、圧着は専用の圧着装置を用いて接着樹脂の厚さが 3 mm 程度になるように実施した。

載荷実験は、RC 梁を単純支持状態で設置し、容量 500 kN の油圧ジャッキを用いて 4 点曲げ載荷試験法により行った。本実験の測定項目は、荷重、スパン中央点変位 (以後、変位) および補強材の軸方向ひずみである。また、実験時には、RC 梁のひび割れや AFRP 板の剥離状況を連続的に撮影し、実験終了後には、RC 梁のひび割れを撮影した。

### 3 実験結果と考察

#### 3.1 荷重－変位関係

図－3には、各試験体の荷重－変位関係に関する実験結果および計算結果を示している。計算結果は、土木学会コンクリート標準示方書<sup>4)</sup>に準拠して断面分割法により算出したものである。なお、計算では AFRP 板とコンクリートの完全接着を仮定している。その他の詳細な断面分割法の解析条件および材料モデルは文献<sup>5)</sup>を参照されたい。また、水中接着樹脂の厚さや力学的特性は考慮していない。表－4 は参考のために、降伏時および終局時における各耐力の



図－2 せん断キー配置状況

実験結果および計算結果を一覧にして示している。なお、実験値の降伏荷重は、荷重－変位関係の剛性勾配変化点の荷重として評価している。

梁 A に着目すると、せん断キーのない A-G0 梁の実験結果は計算降伏荷重時まで計算結果とよく対応していることが分かる。しかしながら、計算結果よりも小さい荷重にて載荷状態で上縁コンクリートが圧壊し、その後 AFRP 板の部分剥離を生じるものの、最終的には AFRP 板の破断により終局に至った。

A-G30 梁の実験結果は計算終局荷重時まで計算結果とよく対応していることが分かる。その後、A-G0 梁より大きい荷重で上縁コンクリートの圧壊が起こるものの、この荷重レベルは計算結果に比べて若干小さい。また、上縁コンクリート圧壊直後に部分剥離が顕在化し、その後、AFRP 板の全面剥離により終局に至った。

A-G60/90 梁の実験結果は計算終局荷重時まで計算結果とよく対応していることが分かる。また、計算結果と同程度の荷重で上縁コンクリートが圧壊しその直後に AFRP 板の部分剥離が顕在化し、変位の増大に伴って剥離領域が拡大して最終的には全面剥離に至った。

以上から、せん断キーの配置間隔を大きくすることにより、接着性能が改善され耐荷性能が向上することが明らかになった。

一方、梁 B に着目すると、せん断キーのない B-G0 梁の実測降伏荷重は計算降伏荷重よりも

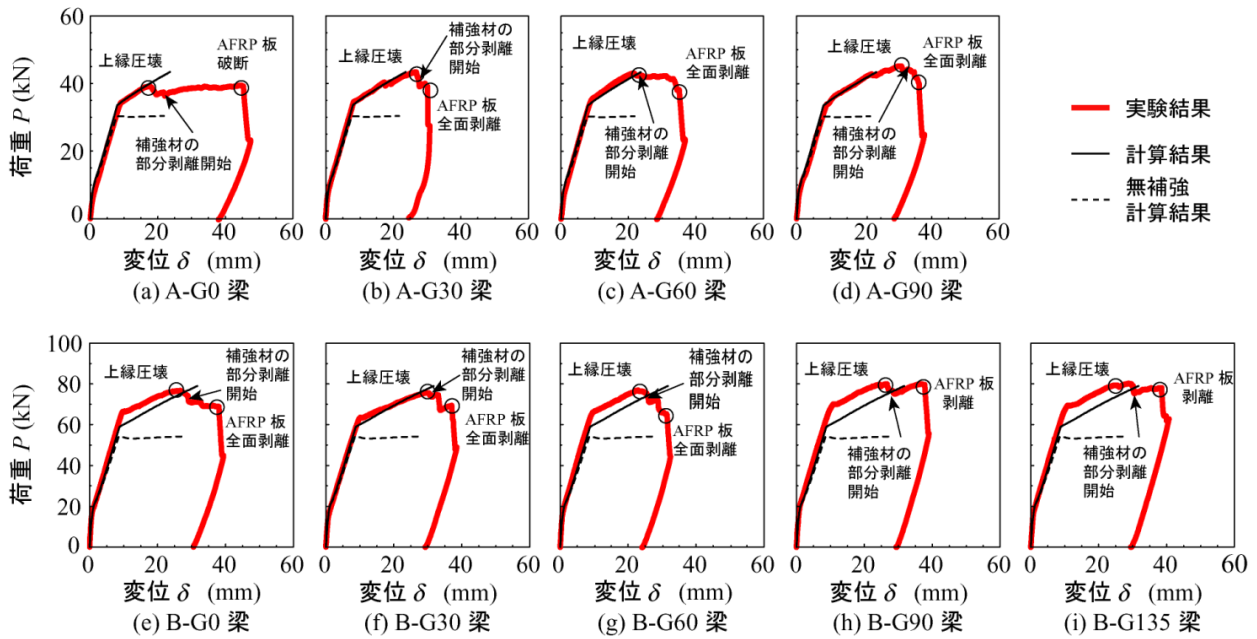


図-3 各試験体における荷重-変位関係の実験結果の比較

表-4 実験結果および計算結果の一覧

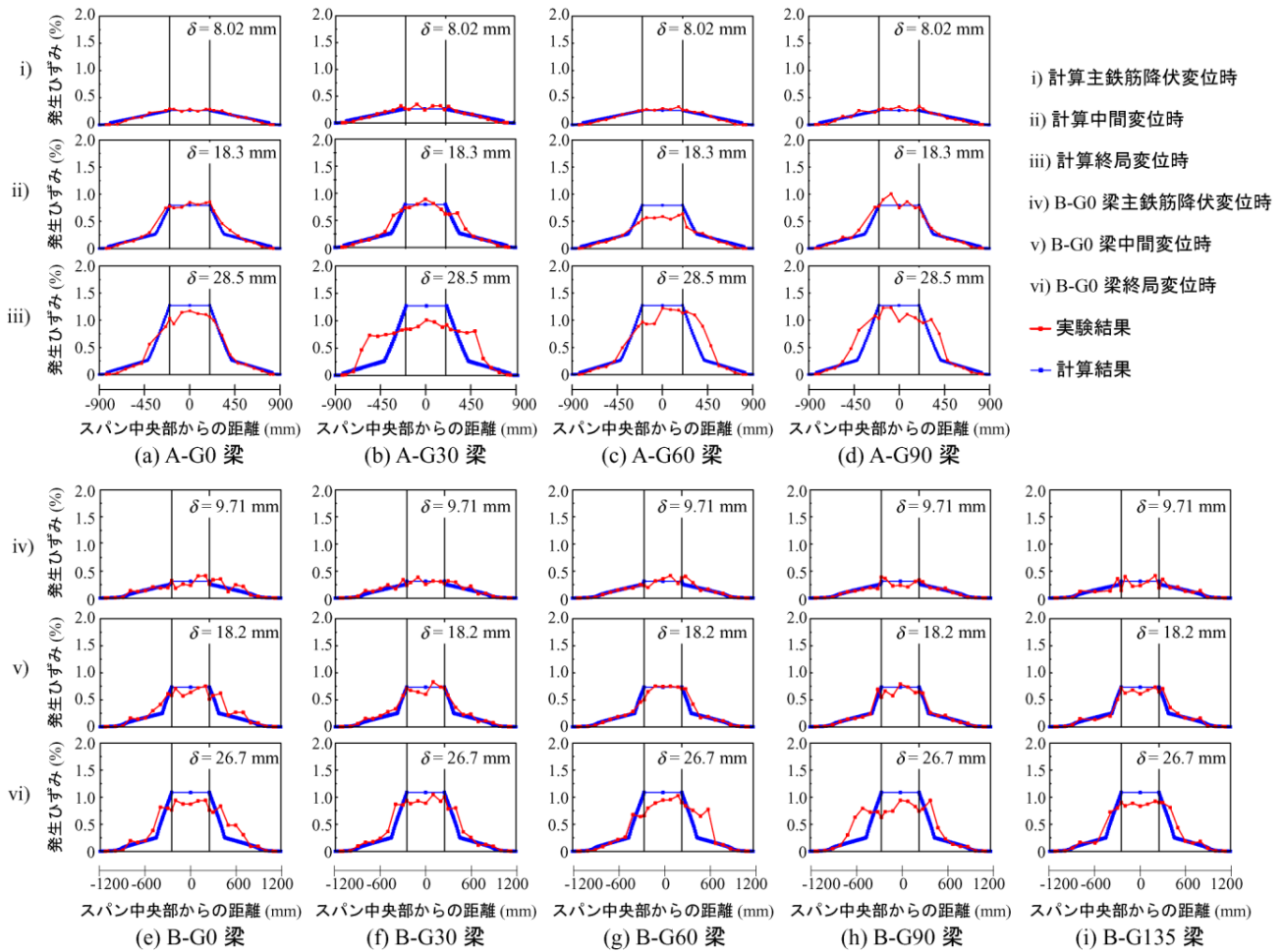
試験体名	降伏荷重			最大荷重			実験結果の破壊性状
	計算値 $P_{yc}$ (kN)	実験値 $P_{ye}$ (kN)	荷重比 $P_{ye}/P_{yc}$	計算値 $P_{uc}$ (kN)	実験値 $P_{ue}$ (kN)	荷重比 $P_{ue}/P_{uc}$	
A-G0	33.6	33.2	0.99	43.4	40.0	0.92	上縁圧壊後破断
A-G30		34.9	1.04		43.3	1.00	
A-G60		34.2	1.02		43.4	1.00	
A-G90		33.1	0.99		45.4	1.05	
B-G0	59.0	66.4	1.13	83.2	76.9	0.92	上縁圧壊後剥離
B-G30		61.8	1.05		75.1	0.90	
B-G60		65.4	1.11		76.9	0.92	
B-G90		70.1	1.19		80.3	0.97	
B-G135		68.3	1.16		80.5	0.97	

10 % 程度大きくなっており、また計算結果よりも小さな荷重で上縁コンクリートの圧壊が発生している。その直後に部分剥離が顕在化し、AFRP板の全面剥離により終局に至っている。

B-G30 梁は計算降伏荷重時まで大略対応しているものの、計算よりも 8 kN 程度低い荷重にて上縁コンクリートが圧壊している。圧壊直後に部分剥離が顕在化し、変位の増大に伴って剥離領域が拡大して最終的には全面剥離に至った。また、B-G60 梁は B-G0 梁と同様に実測降伏荷重が計算降伏荷重よりも 10 % 程度大きくなっており、計算よりも小さな荷重で上縁コンクリートが圧壊している。その後、全面剥離し終局に至っている。

B-G90/135 梁の実測降伏荷重は計算降伏荷重に比較して 15 % 程度大きくなっている。また、計算結果よりも若干小さな荷重にて上縁コンクリートが圧壊しているものの、せん断キーの配置間隔が小さい場合に比較して、最大荷重が大きいことが分かる。また、部分剥離発生後も早期にはひび割れが開口せず、部分剥離の進展が抑制されて変位が増大したものの最終的には AFRP 板の剥離により終局に至った。

以上のことより、断面寸法にかかわらず、せん断キーの配置間隔を大きくすることにより、接着性能が改善され耐荷性能が向上することが明らかになった。なお、梁 B において、実測降伏荷重が計算降



図－4 AFRP 板の軸方向ひずみ分布性状に関する実験結果および計算結果の比較

伏荷重の 10 ～ 15 % 程度大きい傾向にある。この原因としては、計算結果にパテ厚を考慮していないことなどが挙げられるが現在のところ不明である。今後検討する必要があるものと考えている。

### 3.2 AFRP 板の軸方向ひずみ分布性状

図－4 には、梁 A の場合に関する計算主鉄筋降伏時、中間変位時および計算終局変位時における AFRP 板の軸方向ひずみ分布性状の実験結果を計算結果と比較して示している。ここで、中間変位とは、計算主鉄筋降伏変位と計算終局変位の中間の変位である。また、梁 B の場合には、計算終局変位に達していない梁があるため、せん断キヤを施していない B-G0 梁の主鉄筋降伏変位時、中間変位時および終局変位時を基準にし、これと同一変位時の各試験体の実験結果を計算結果と比較して示している。なお、計算結果は AFRP 板とコンクリートの完全接着を仮定して算出した断面分割法の結果に基づいて算出したものである。

梁 A の場合には、いずれの試験体においても実

験結果は計算中間変位時まで計算結果と大略一致している。従って、AFRP 板とコンクリートとの接着は計算中間変位時まで確保されているものと判断される。しかしながら、いずれの試験体も計算終局変位時には、等せん断力区間において実測ひずみが計算ひずみを大きく上回り、一方で、等曲げ区間のひずみは若干小さくなっている。これは、載荷点近傍の下縁かぶりコンクリート部で発生した斜めひび割れが AFRP 板を下方へ押し出し引き剥がすピーリング作用により、部分剥離が発生していることによるものと考えられる。

梁 B の場合には、いずれの試験体も B-G0 梁の中間変位時まで計算結果と大略一致している。このことより、B-G0 梁の中間変位時までは AFRP 板とコンクリートとの接着は確保されていると判断される。しかしながら、計算終局変位時においては、各試験体の等せん断力区間において、実測ひずみが計算ひずみを大きく上回る傾向にあることが分かる。これは、梁 A の場合と同様に、ピーリング作用により AFRP 板の部分剥離が発生したことによるも



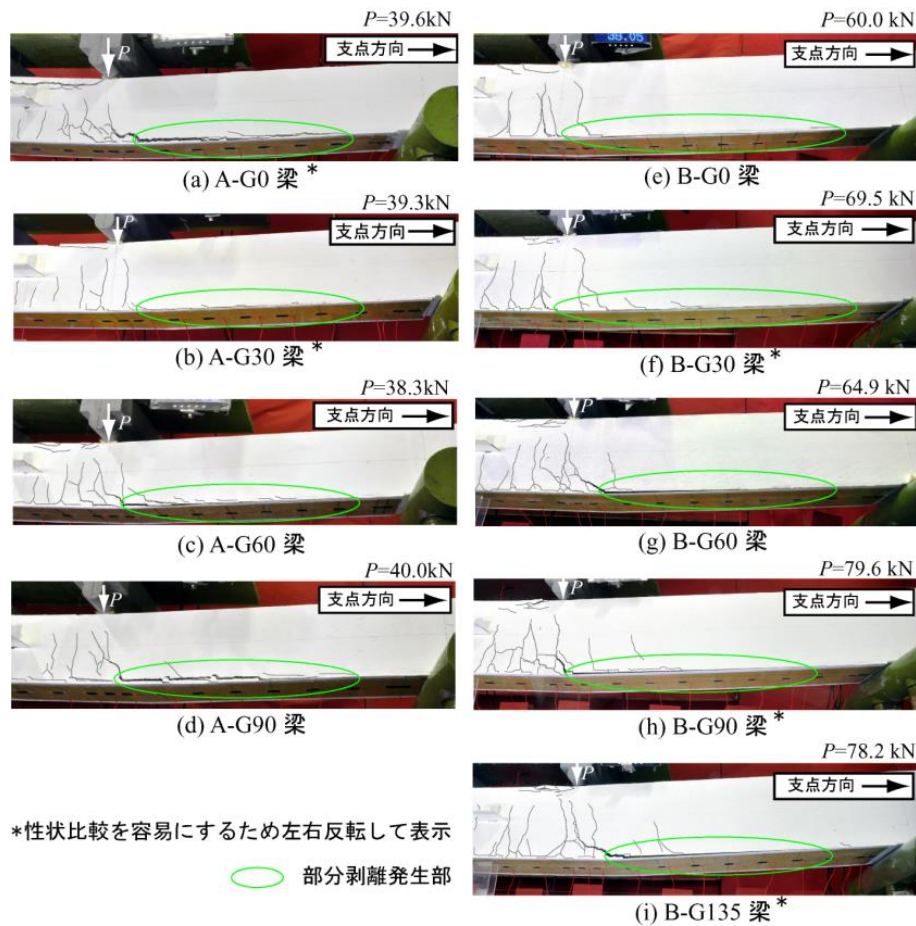


写真-1 各試験体の補強材剥離および破断直前のひび割れ性状

のと考えられる。

### 3.3 ひび割れ性状

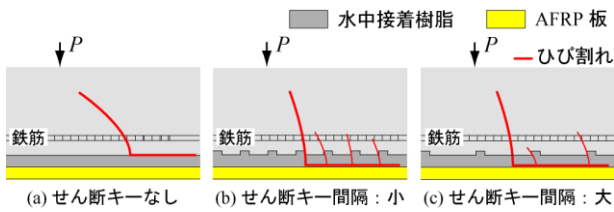
写真-1には、各試験体のAFRP板剥離および破断直前のひび割れ性状の比較を示している。写真より、AFRP板とコンクリートの剥離は断面の種類によらず、載荷点近傍の下縁かぶりコンクリート部で発生した斜めひび割れがAFRP板を下方へ押し出し引き剥がすピーリング作用により顕在化していることが分かる。また、せん断キー間隔が60mm以上の場合において、ひび割れ発生範囲が大きくなる傾向が見受けられる。これは、せん断キー間隔が大きい場合において、AFRP板とコンクリートとの接着性能が高く、ひび割れ分散効果が効率的に発揮されているためと考えられる。

なお、実験終了時において、接着界面の性状を観察したところ、せん断キーのないA-G0およびB-G0梁では、コンクリートと水中接着樹脂の界面で剥離が生じているのに対し、せん断キーを配置した梁では、水中接着樹脂とAFRP板の界面において

剥離が生じていることを確認している。このことは、せん断キーを配置することにより、コンクリートと水中接着樹脂の接着性能が改善されたことを示すものと考えられる。

図-5には、これまでの実験結果を整理し、等せん断力区間におけるAFRP板の剥離挙動をモデル化して示している。図-5(a)に示しているように、せん断キーを配置しない場合はコンクリートと水中接着樹脂との接着界面でひび割れが発生することが明らかになっている。

これに対し、図-5(b)および(c)のようにせん断キーを配置した場合には、コンクリートと水中接着樹脂との接着性能が向上し、ひび割れが水中接着樹脂とAFRP板との接着界面に移行したものと考えられる。ただし、せん断キーの配置間隔が小さいA-G30梁の場合には、A-G60/90梁の場合よりも耐荷性能が低く、かつB-G30梁の場合にはせん断キーを配置しない場合よりも耐荷性能が低い。実験ではせん断キーの配置箇所から微細なひび割れが多数発生していることを確認している。従って、図-5



図一 5 等せん断力区間における AFRP 板の剥離挙動

(b) に示すように、このひび割れが水中接着樹脂と AFRP 板界面における早期剥離を助長すると推察される。

### 3.4 せん断キーによる耐荷性能向上効果

図一 6 には、荷重比—せん断キー配置間隔比を示している。ここで、荷重比とは実測最大荷重  $P_{ue}$  を計算最大荷重  $P_{uc}$  で除したものである。また、せん断キー配置間隔比とはせん断キーの配置間隔  $s$  を断面の有効高さ  $d$  で除したものである。ここで、せん断キー配置間隔  $s$  を有効高さ  $d$  で除したのは、シートの剥離は前述のとおり斜めひび割れの発生に起因するピーリング作用によるものであり、せん断キー配置間隔は少なくとも有効高さ  $d$  よりも小さい必要があると考えたためである。

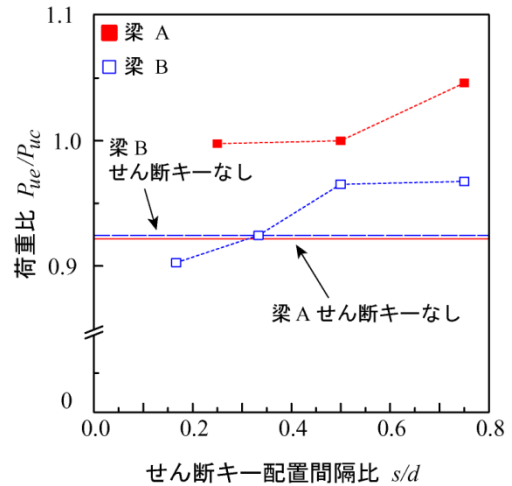
図より、梁の種類によらず、せん断キー配置間隔比を大きくすることによって荷重比が増大することが分かる。特に断面寸法が小さい場合には向上効果が顕著になっている。また、荷重比は断面寸法によらずせん断キー配置間隔比が 0.75 程度で最大であることが分かる。

以上より、本研究の範囲内では、断面寸法によらずせん断キーを配置することにより、コンクリートと水中接着樹脂との接着性能が向上するものの、配置間隔が小さい場合には水中接着樹脂と AFRP 板の界面における剥離を助長することが明らかになった。

## 4 まとめ

本研究では水中接着補強工法における接着性能改善策の提案を目的として、形状寸法が異なる 2 種類の RC 梁に対して AFRP 板接着部のコンクリート表面に等間隔にせん断キーを配置し、配置間隔が曲げ補強効果に及ぼす影響を静載荷実験により検討した。本研究の範囲内で得られた知見をまとめると以下のとおりである。

- 1) せん断キーを配置しない場合にはコンクリー



図一 6 荷重比とせん断キー配置間隔比との関係

トと水中接着樹脂との界面で剥離するのに対して、せん断キーを配置する場合には水中接着樹脂と AFRP 板との界面に剥離が移行する。また、この剥離は上縁コンクリートの圧壊後に生じる。

- 2) 断面寸法によらずせん断キー間隔比を 0.75 程度にすることにより、曲げ補強効果が大きくなる傾向にある。この傾向は特に断面寸法の小さい梁で顕著である。

## 参考文献

- 1) 三上 浩, 岸 徳光, 栗橋 祐介: 水中硬化型接着樹脂と AFRP 板を用いて水中補強した RC 梁の静載荷実験, コンクリート工学年次論文集, Vol.32, pp.1327-1332, 2010.
- 2) 池下 雄哉, 岸 徳光, 三上 浩, 栗橋 祐介: せん断キーを設けた場合の AFRP 板水中接着曲げ補強 RC 梁の静的耐荷性状, コンクリート工学年次論文集, Vol.34, No.2, 2012.
- 3) 土木学会: 連続繊維シートを用いたコンクリート構造物の補修補強指針, コンクリートライブラリー101, 2000.
- 4) 土木学会: コンクリート標準示方書[設計編], 土木学会, 2007.
- 5) N. Kishi, Y. Kurihashi and H. Mikami: Load-carrying behavior of pre-cracked RC beams reinforced with pretensioned AFRP sheet, Proceedings of the 6th International Conference on FRP Composites in Civil Engineering, June, 2012.



# 積雪寒冷地域における道路構造物の高度化・長寿命化 に関する研究

川瀬 良司\*1, 小室 雅人\*2, 岸 徳光\*3, 栗橋 祐介\*2

## 1 はじめに

我が国では、高度経済成長期に数多くの道路橋が建設されており、今後建設後 50 年以上経過した橋梁は急激に増大する。図 1 には橋梁の建設後の経過年数とその個数の関係を示している<sup>1)</sup>。これらの橋梁を健全な状態に維持管理していくためには、合理的な劣化診断技術や補強・補修工法等を確立することが極めて重要である。このような状況の中、近年、道路橋の鉄筋コンクリート (RC) 床版に写真 1 に示すような砂利化や抜け落ち等の劣化損傷が報告されている。一般には、このような損傷対策として床版の部分補修や全面打換えが行われている<sup>2)</sup>。

国道等の主要幹線道路の場合には、一般に全面通行止めをすることは困難であり、全面打換えを行うためには、新設時と異なり片側交互通行状態での工事となる。この場合、一時的に片側の床版が撤去された状態となることから、施工段階ごとの安全性が要求される。特に、3 主桁から構成される橋梁の場合には、主桁間の一体性が大きく損なわれるために縦桁や横桁などを増設して荷重分担を向上させる必要があり、床版打換え前後で振動特性が異なることが予想される。したがって、今後増加することが予想される既設橋梁の床版打換え作業を想定すると、合理的な床版打換え工法の確立は勿論のこと、床版打換え前後の振動特性を把握しておくことは、橋梁を維持管理する上で重要であるものと判断される。

このような背景より、本研究では、既設鋼 3 主桁

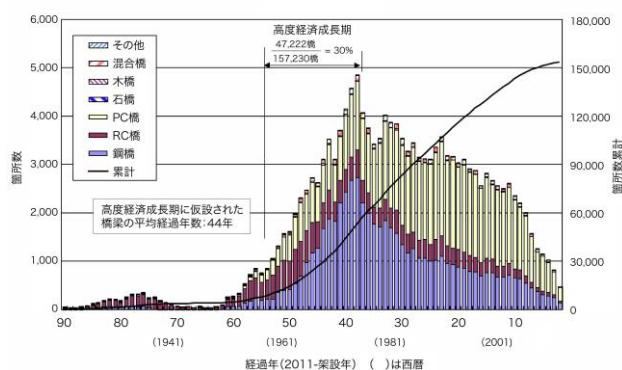


図 1 橋梁の架設年度分布<sup>1)</sup>



(a) 砂利化



(b) 抜け落ち

写真 1 床版の劣化状況

\*1: (株) 構研エンジニアリング

\*2: 暮らし環境系領域 社会基盤ユニット

\*3: 釧路工業高等専門学校

表 1 日高大橋の橋梁諸元

路線	一般国道 237 号
支間	41.6m+72.8m+20.0m
形式	単純合成桁, 3 弦トラス
幅員	8.5m
完成	昭和 46 年 (1971 年)



写真 2 橋梁全景



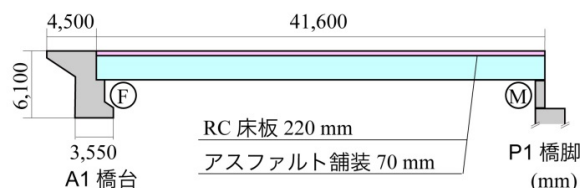
写真 3 床版の部分補修状況

橋を対象に、床版の片側撤去などの各施工段階を考慮した三次元有限要素解析を実施し、RC 床版の合理的かつ安全な打換え工法を提案した。また、実際に床版打換えが行われた既設の鋼合成桁橋を対象に、打換え前後における橋梁の固有振動特性を評価することにより、その剛性向上効果について実験的に検討を行った。なお、各施工段階における固有振動特性は車両走行後における橋梁の自由振動を計測することにより評価している。

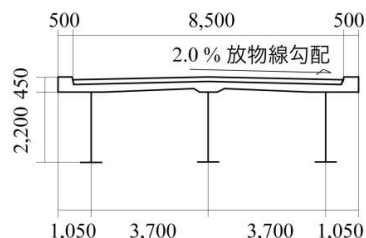
## 2 対象橋梁および施工手順

### 2.1 日高大橋

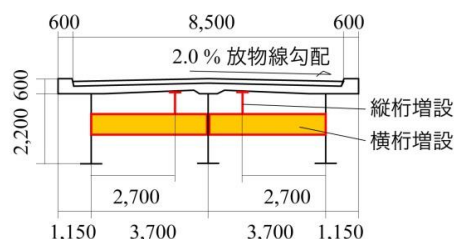
本研究で対象とした橋梁は、一般国道 237 号線に架かる日高大橋 (橋長 137m) である。この橋梁は表 1 に示すように単純合成桁橋と 3 弦トラス橋から構成されており、昭和 46 年に竣工された。床版打換え



(a) 側面図



(b) 断面図 (床版打換え前)



(c) 断面図 (床版打換え後)

図 2 一般図

工事は、そのうちの第一支間部に架かる単純合成桁橋 (橋長 41.6 m) を対象に、著者らの提案した施工計画に基づき実施している。図 2 には、対象橋梁の一般図を示している。支承条件は、A1 橋台が固定支承、P1 橋脚が可動支承である。写真 2 には橋梁の全景を示している。

本橋梁は、昭和 46 年に竣工されており、これまでも写真 3 に示すような床版劣化による部分補修が実施されている。また、図 2(b) から分かるように 3 主桁で構成されていることより荷重分担性が悪くなるため、片側交互通行状態での床版打換えは不可能な構造となっている。そのため、床版打換え時には、図 2(c) に示すように各主桁の間に新たに 2 本の縦桁を増設し、さらにそれらを支えるための横桁を 46 本増設している。これらの部材は過度な熱応力が発生しないようにするために、全てボルト接合することとしている。なお、床版打換え後は、幅員および床版厚、舗装厚に変更はないものの、地覆部が若干大きくなっている。

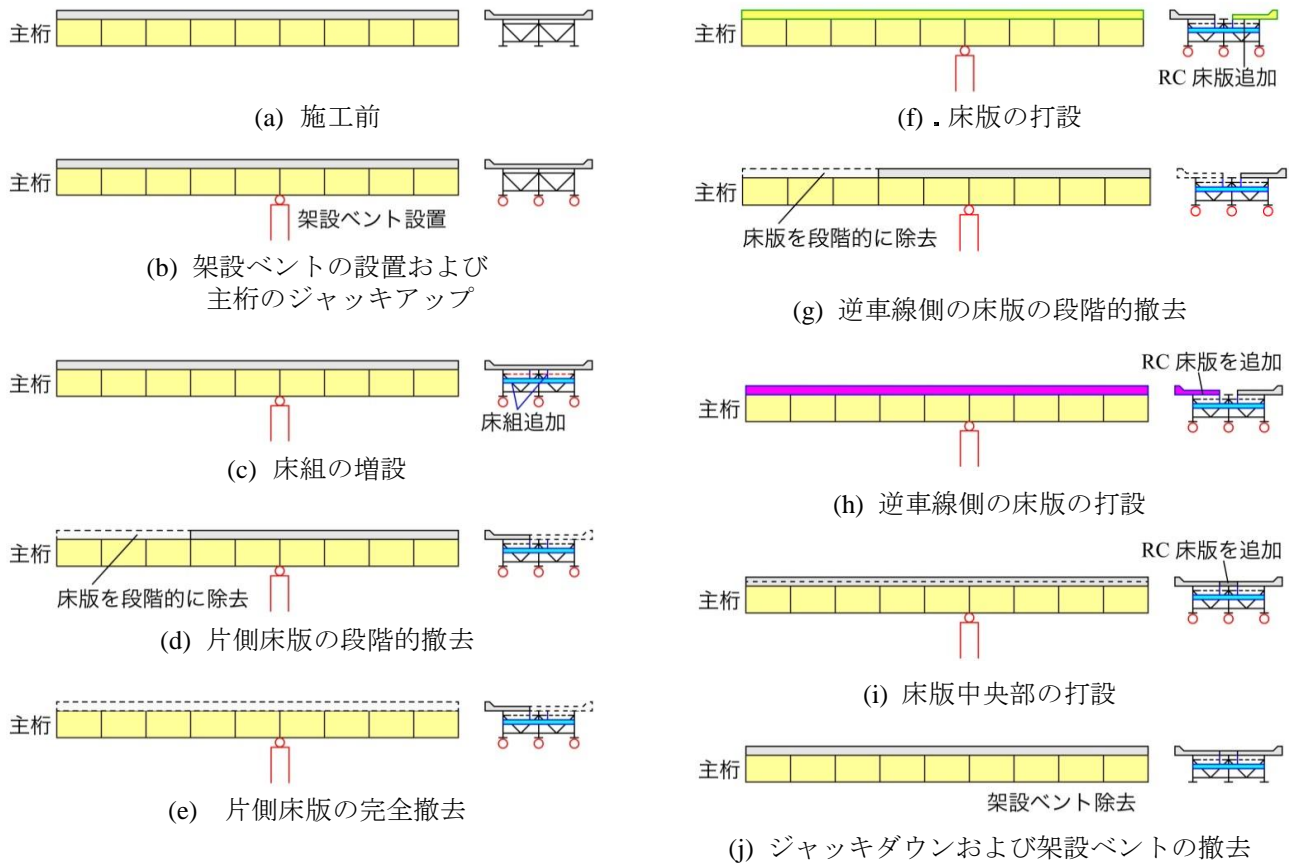


図4 床版打換えの施工手順

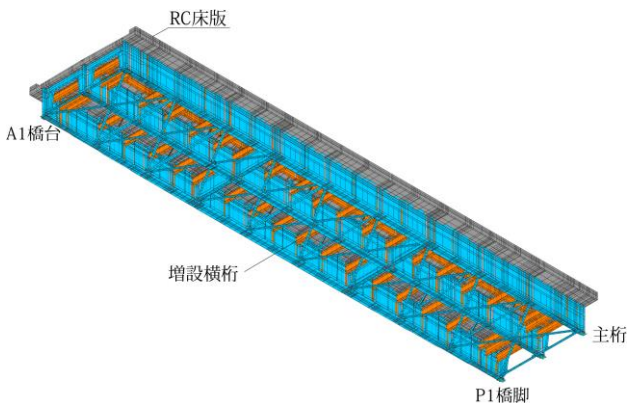


図3 施工計画立案のための有限要素モデルの一例（床版打換え後）

## 2.2 施工手順

床版打換え工事を安全に行うために、床版の打換え手順や補強のための添加材の大きさや配置については、設計図書を参考に詳細な有限要素モデルを構築し、想定する施工手順を忠実に再現した数値解析を実施し、施工計画を立案した。図3には解析に用



写真4 ジャッキアップ用架設ベントの設置状況

いた一例として、床版打換え後の要素分割状況を示している。なお、紙面の都合上、それらの詳細は省略するが、床版打換えに関する実際の施工手順を簡潔に述べると、以下のとおりである（図4参照）。

- 1) 床版の部分撤去に伴う不安定状態を避けるために写真4に示すように所定の位置に架設ベント





写真5 床組増設状況



写真6 片側床版の完全撤去状況

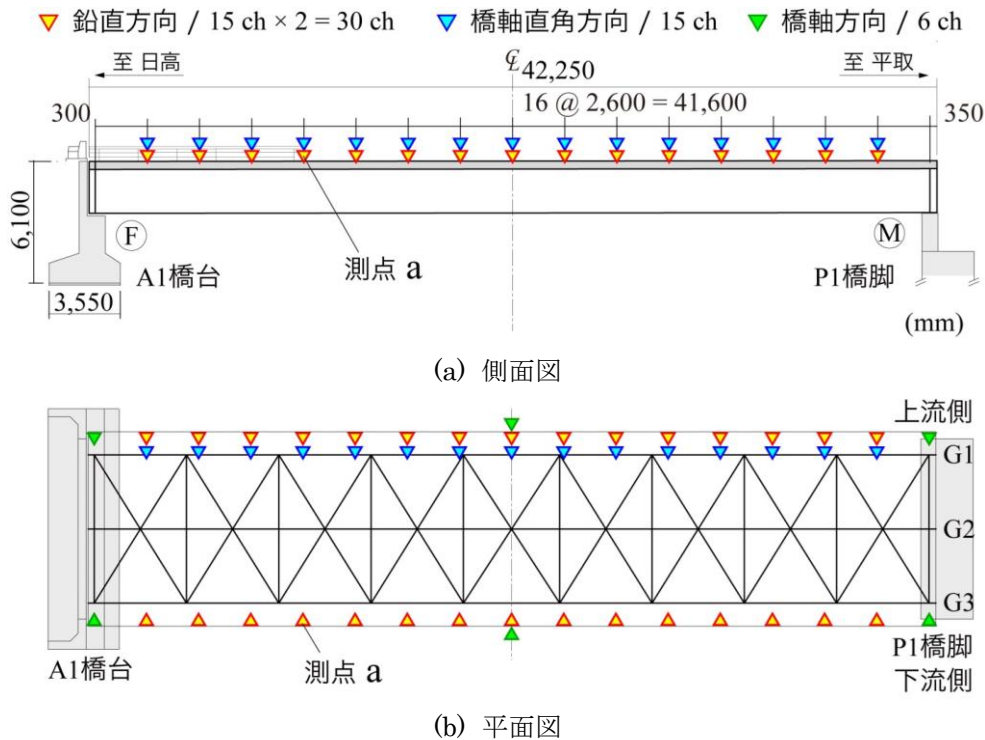


図5 振動計の配置図

を設置し、ジャッキアップを行うことにより連続桁の状態にする (b 図)

- 2) 写真5のように増設する縦桁が両端部まで連続するように上弦材を切断し、所定の位置に床組 (横桁および縦桁) を設置する (c 図)
- 3) 片側の床版を段階的に撤去し、写真6のように全ての片側の床版が撤去された後に新しい床版を打設する (d~f 図)。
- 4) 反対側の床版に関しても3)と同様に床版を打換える (g, h 図)。
- 5) 中央部の床版を打設する (i 図)
- 6) 床版打換え後、ジャッキを開放し架設バントを撤去する (j 図)。

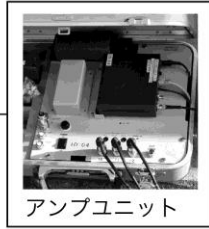
なお、実際の振動実験は、床版打換え前と打換え後の他に、片側車線の床版のみがある状態の計4回実施しているが、ここでは紙面の都合上、床版打換え前後の結果について考察を行う。

### 3 振動実験の概要

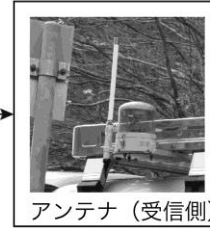
#### 3.1 振動計の配置

本実験では、可能な限り精度よく振動特性を把握するために、図5に示すようにサーボ型振動計を橋梁各点に設置した。すなわち、曲げ振動モードやねじり振動モードを特定するために、上・下流側の地覆部に全30点 (片側15点) の振動計 (感度方向:

橋梁側に設置、配信

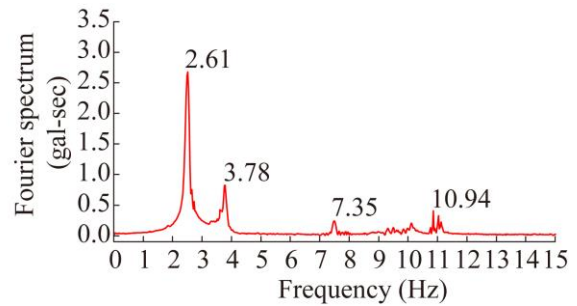
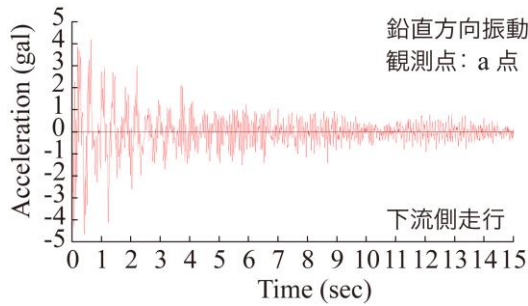


遠隔で受信、収録

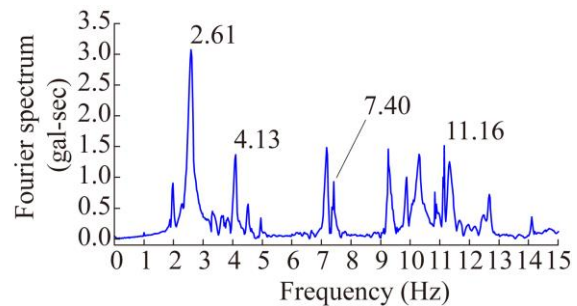
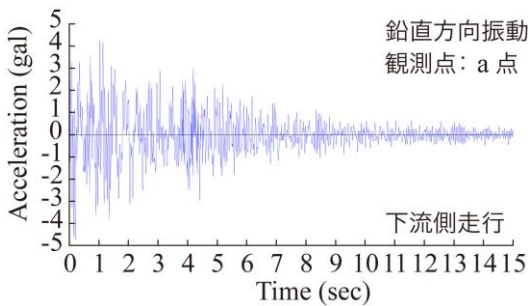


無線

写真 7 計測システム



(a) 床版打換え前



(b) 床版打換え後

図 6 計測波形とフーリエスペクトルの一例

鉛直方向)を設置した。また、橋軸直角方向の振動モードを特定するために、上流側に 15 点の振動計を設置した。さらに、橋軸方向の振動特性を把握するために桁端部およびスパン中央に計 6 点の振動計(感度方向:橋軸方向)を設置した。

### 3.2 計測システム

写真 7 には、本計測システムの概要を示している。全てのサーボ型振動計からの加速度出力は、専用のアンプユニットを介して送信用の指向性アンテナから受信用アンテナに無線によって送信され、収録用 PC にて一括収録している。なお、計測のサンプリング間隔は 5 ms である。本実験では、大型車両走行後の自由振動状態における加速度データを収録した。

### 3.3 固有振動数の決定方法

実測加速度波形を用いた固有振動モードおよび固有振動数の決定方法は、既往の論文<sup>3), 4)</sup>を参考に、以下の過程に基づいて実施した。すなわち、

- 1) 大型車両通過後の自由振動状態における全加速度波形を収録する。
- 2) 全測点の収録波形に関する 40.96 秒間について FFT 処理を施し、フーリエスペクトルを求める。
- 3) 後述の図 6 に示すように主要な測点において計測された応答波形のフーリエスペクトルから固有振動数と考えられる卓越振動数を抽出する。
- 4) 固有振動モードを求めるために、3)で求めた各測点における卓越振動数近傍のフーリエスペクトル、位相スペクトル分布を用いて波形を生成する。

表 2 床版打換えにおける固有振動数の比較

振動モード		固有振動数 (Hz)	
		床版打換え前 $f_b$	床版打換え後 $f_a$
1	曲げ 1 次	2.61	2.61
2	ねじり 1 次	3.78	4.13
3	曲げ 2 次	7.35	7.40
4	ねじり 2 次	10.94	11.16

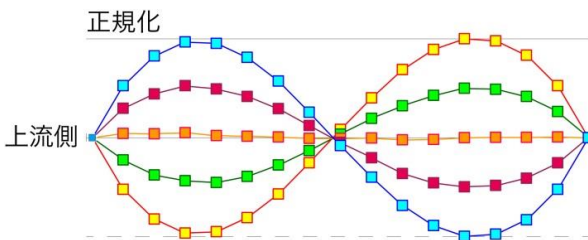


図 7 特定された振動モードの一例  
(曲げ 2 次振動モード)

- 5) 4)で求められた各測点の加速度波形について、振幅の大きい測点の波形を基準にして 1/4 周期毎に各測点の振幅値を用いて振動モードを求め、モードの節および腹の位置が各振動で移動せず、振動モードが連成していないことを確認し、固有振動モードを決定する (後述, 図 7 参照).

#### 4 実験結果および考察

##### 4.1 計測加速度波形とフーリエスペクトル

図 6 には、床版打換え前後における実験結果の一例として大型車両通行後に測点 a (図 5 参照) で計測された 15 秒間の加速度波形とその加速度波形から求められたフーリエスペクトルを比較して示している。なお、スペクトル解析には 8,192 個のデータ (40.96 秒間) を用いている。

図より、床版打換え前後にかかわらず、上部工の鉛直方向加速度は最大 4 gal 程度であることが分かる。また、加速度波形から得られたフーリエスペクトルには、複数の卓越振動数が存在することが分かる。なお、床版打換え後には振動数が高い領域において幾つかの卓越振動数が確認されるが、この要因は特定できておらず、今後更なる検討が必要である。

図 6 に示すフーリエスペクトルの卓越振動数を参考に、前述の方法 (3.3 節) によって固有振動モード

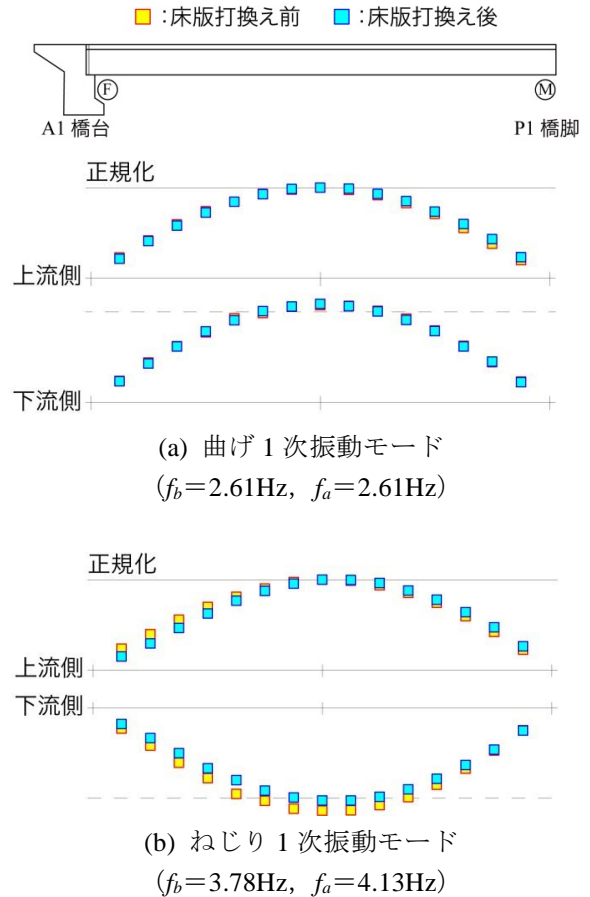


図 8 振動モード分布の比較

の特定を行った。図 7 には特定された振動モードの一例として床版打換え後の曲げ 2 次振動モード ( $f_a = 7.40$  Hz) の結果を示している。図より明瞭な振動モードが得られていることが分かる。表 2 には、床版打換え前後において特定された各振動モードとそれに対応する固有振動数を一覧にして示している。なお、橋軸および橋軸直角方向の振動に関しては、いずれも鉛直振動と比較して小さいことを確認している。

##### 4.2 振動モード分布

図 8 には、床版打換え前後の振動実験から特定された各固有振動モード分布を比較して示している。なお、全ての振動モードは上流側の最大加速度が 1 となるように正規化している。また、図中の実線は、基準となる上流側の正規化振幅を示している。

まず、曲げ 1 次振動モードに着目する。表 2 および図 8(a)より、曲げ 1 次振動モードは、床版打換え前後において固有振動数に顕著な差は生じておらず、また、床版打換え前後の振動モード分布に関しても、両者の振幅に差がないことが分かる。前述のように

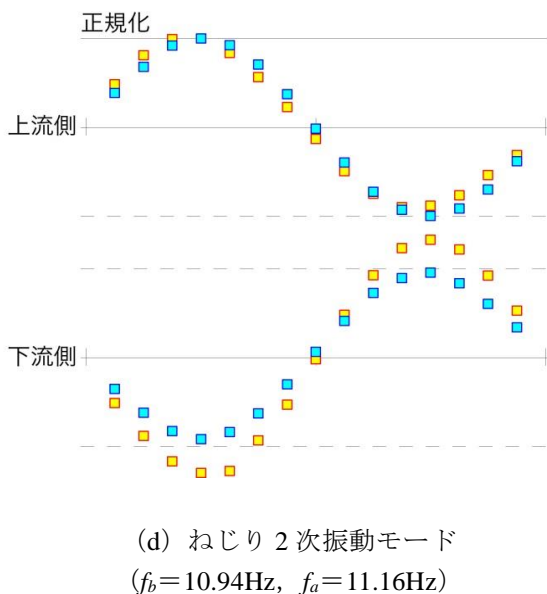
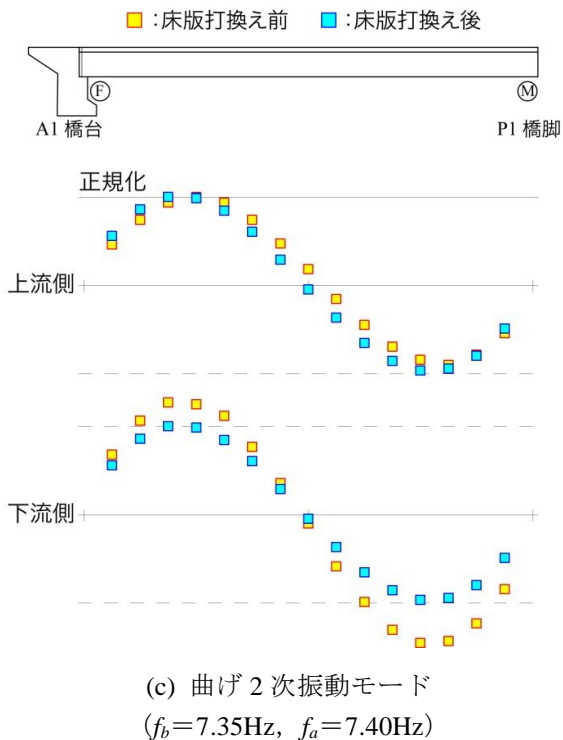


図 8 振動モード分布の比較(続き)

床版打換え時には床組（縦桁および横桁）を増設しており、その重量は約 24.6 tf である。増設前の橋全体の重量は約 344 tf であることより、床組の増設によって自重は約 7.2 % 増加していることになる。しかしながら、実験結果をみると固有振動数に顕著な差がない。これは、床組増設による剛性向上分と自重増分によって固有振動への影響が相殺されたことによるものと推察される。

次に、ねじり 1 次振動モードの床版打換え前後の

固有振動数を比較すると、床版打換え後には、床版打換え前よりも 0.35Hz ほど固有振動数が大きくなっていることが分かる。また、図 8(b)の床版打換え前後の振動モード分布を比較しても、床版打換え後の振幅は、床版打換え前のそれよりも小さい。これは床版打換えによる床版の曲げ剛性の向上および横桁を増設したことによるねじり剛性の向上によるものと推察される。

曲げ 2 次振動モードの床版打換え前後の固有振動数を比較すると、床版打換え後の振動数は、ねじり 1 次振動モード同様に床版打換え前よりも若干大きくなっていることが分かる。また、図 8(c)に示す振動モードに着目すると、床版打換え前では、上流側のスパン中央点が上側にずれていることや下流側の振幅が上流側と比較して大きくなっているのに対して、床版打換え後では上・下流側ともに類似の振動モードに改善されていることが分かる。これは、床版打換えによる効果や床組増設による補強効果によるものと推察される。

最後に、図 8(d)に示すねじり 2 次振動モードに着目すると、ねじり 1 次振動モードの場合と同様の傾向が見られ、床版打換え後では上・下流側でほぼ対称な振動モードに改善されていることが確認される。

以上より、床版打換え後の固有振動数は床版打換え前と比較して若干大きいこと、また、振動モード分布は、上・下流側でほぼ対称な振動モードに改善されていることを確認した。これは、縦桁や横桁の増設および床版の打換えによって、曲げ剛性ととも各主桁間の荷重分担性も大幅に改善したことを示唆している。

## 5 まとめ

本研究では、既設鋼 3 主桁を対象に RC 床版の合理的かつ安全な打換え工法を提案するとともに、床版打換え前後における橋梁の固有振動特性を比較することにより、その剛性向上効果について実験的に検討した。得られた結果を整理すると、以下のようになる。

- 1) 既設 3 主桁橋梁の床版打換えに関して、数値解析による施工シミュレーションを行うことによって、全面通行止めをすることなく片側交互通行状態で効率よくかつ安全に施工するための計画を立案することができた。特に新設する縦桁を連続化するために、上弦材を切断する工法を提案し、数値解析的に安全性を確認した。



- 2) 車両走行後の振動計測より，床版打換え後における固有振動数は，打換え前に比べて若干小さくなることを確認し，曲げ剛性が向上したことを確認できた。
- 3) 床版打換え後では，上・下流側でほぼ対称な振動モードに改善されていることより，今回の床版打換えや床組の増設によって，主桁の荷重分担性が大幅に向上したものと判断される。

今後は，支承部のモデル化なども含めた橋梁全体系に関する数値解析を実施し，実験結果の妥当性の検証を行うとともに，床版剛性や床組の影響等についてさらなる検討を行う予定である。

### 謝辞

本実験を遂行するにあたり，国土交通省北海道開発局室蘭開発建設部日高道路事務所には多大なご協力頂いた。また，現地計測の実施にあたり，(株)小林組のご協力を頂いた。関係各位に深く感謝の意を表する。

### 文献

- 1) 玉越 隆史・大久保 雅憲・横井 芳輝：平成 23 年度道路構造物に関する基本データ集，国土技術政策総合研究所資料，No.693，2012。
- 2) 國松 博一，山谷 直孝，澤松 俊寿：一般国道 275 号志寸川橋の床版陥没について一陥没の発生から復旧まで一，国土交通省北海道開発局第 56 回（平成 24 年度）北海道開発技術研究発表会，2013。
- 3) 新山 惇，佐藤 昌志，小室 雅人，岸 徳光：供用後 27 年経過した三径間連続鋼床版斜張橋の自由振動特性，土木学会，構造工学論文集，Vol. 47A，pp. 1093-1102，2001。
- 4) 西 弘明，佐藤 京，小室 雅人，岸 徳光：供用後 73 年経過した旭橋の固有振動特性評価に関する一検討，鋼構造年次論文報告集，第 15 号，pp. 269-276，2007。



# 複数航空機ブロードバンドデータリンク用

## 追尾アレー技術の研究

上羽 正純\*1, 小林 聖\*2

### 1 まえがき

現在、地上においては、携帯電話、WiMAX、無線 LAN 等のワイヤレスアクセスシステムが普及し、いつでもどこでもブロードバンドの通信が可能な状況にある。さらに、近年東海道新幹線 N700 系、国際線を運航するエアラインにおいて、車内・機内での無線 LAN サービスが提供されつつある。このように航空機の運行状況の把握、或いは機内からのインターネットアクセス等のために周波数利用率の良いブロードバンドワイヤレス通信が必須な状況になりつつある。

一方、無人航空機を利用した画像伝送、通信中継向け利用等の様々な実験結果が報告されるとともに、それらの実用化に向けての技術課題検討がなされている。WRC(World Radiocommunication Conference)-2012 では、無人機の遠隔監視制御のためのブロードバンドを含めたデータリンク専用の周波数帯域を割り当てのための技術課題の検討が開始されている<sup>(1)</sup>。一方、無人航空機の飛行領域の拡大には、機体の飛行状況・搭載機器の状態を確実に収集し、地上に伝送するための遠隔監視制御系、特に通信品質保証されたブロードバンドワイヤレス通信システムが必須である。

本研究は、まず、上記ワイヤレスシステム実現のため、飛行する複数の航空機と地上との通信として、無人航空機と複数の地上局追尾アンテナにより MIMO システムを構成したシステムを提案する。本システムについて追尾アンテナの駆動により MIMO 空間相関行列<sup>(2)</sup>の固有値を最大化する、或いは最低固有値をある値以下にならないようにする等の従来にないブロードバンドワイヤレス通信回線を実現する追尾アレー技術の可能性を確認した結果を報告する。

### 2 提案システム

図 1 に示すように、同一周波数を使用して通信を行う複数の無人航空機と複数の追尾アンテナを有する地上局から構成される MIMO システムを提案する。本システムの特徴は、航空機の推定位置・姿勢情報を用い、かつ、追尾アンテナのボアサイト方向を指定の方向に駆動させることにより複数無人航空機及び複数アンテナ（ただし同一地上局に設置）間の MIMO チャンネル特性を所望の性能となるように変化させる点にある。これにより総伝送速度の最大化や、最低保証速度の向上を狙う。本検討では、それを実現するアルゴリズムを考案するために、まず、簡単な例により MIMO チャンネル行列の固有値を変化させることが可能なことを確認する。

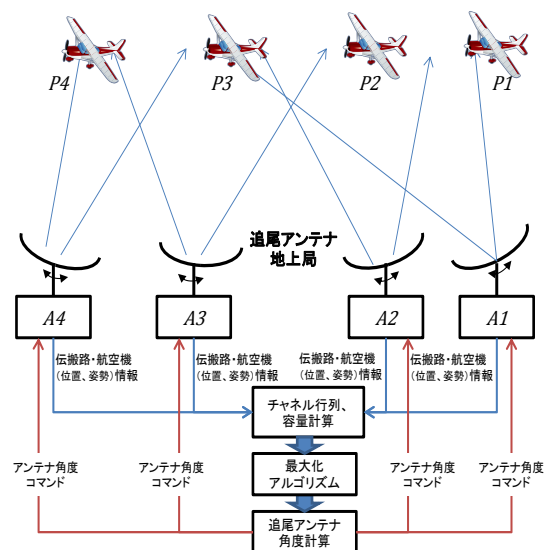


図 1 提案システム

### 3 シミュレーションによる定性確認

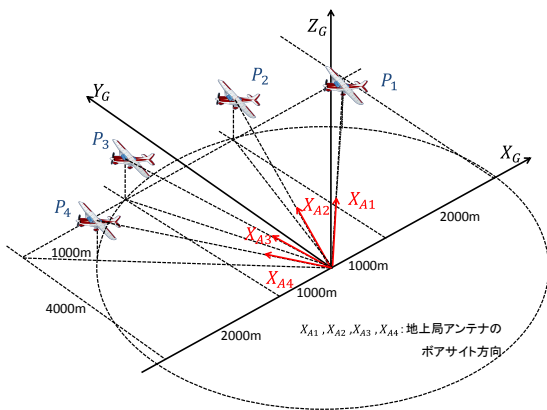


図2 追尾アンテナ地上局及び航空機配置

図1に示すアルゴリズムの実現可能性を確認するため、図2に示すように4つの無人航空機及び4つの地上局アンテナを配置した。この追尾するアンテナのボアサイト方向を一部航空機以外の方向にずらした場合について、MIMO空間相関行列の固有値を計算した。

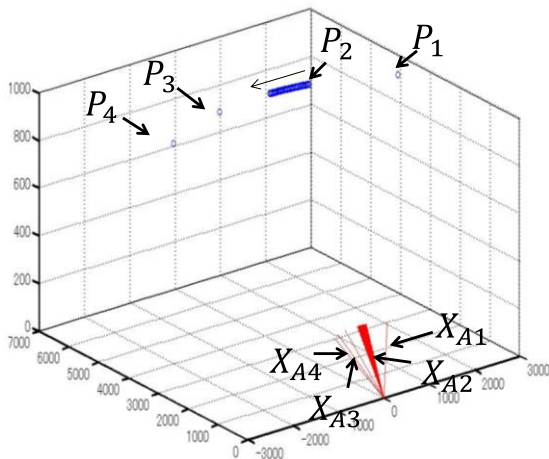


図3 航空機運動及びアンテナ追尾方向(CASE1)

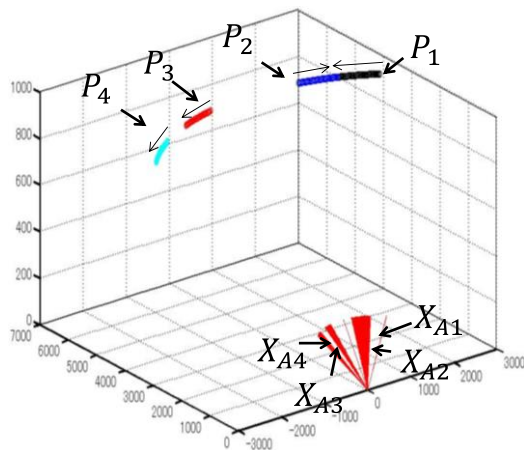


図4 航空機運動及びアンテナ追尾方向(CASE2)

簡単のため、2つのケース (CASE1 及び CASE2) でシミュレーションを行った。CASE1においては、P1, P3, P4は静止、P2のみ100秒間速度25m/sで飛行。飛行経路はt=0時の0-P2と0-P3より形成される円弧P2-P3上をP3方向に(図3)、CASE2においては、t=0時のP1-P2-P3-P4の円弧上において、P2のみZ<sub>G</sub>軸を上からみて時計回りのP1方向へ、P1, P3, P4は反時計回り方向に同じ速度で飛行するものとした(図4)。

また、将来の実証実験の容易性を勘案し、周波数は2.4GHz帯、地上局アンテナには半値幅24°のパラボラアンテナ、無人航空機には無指向性アンテナの使用を想定した。

航空機P2(追尾対象)に対する地上局アンテナA2のボアサイト方向の角度ずれを-30°~+30°とした場合の、t=50秒における固有値の総和、最低固有値の変化を図5、6に示す。

上記結果より、CASE1の場合には、ボアサイト方向を+数度振ることにより最大固有値が増加する。

-12°振ることにより最小固有値が極大値をとる。

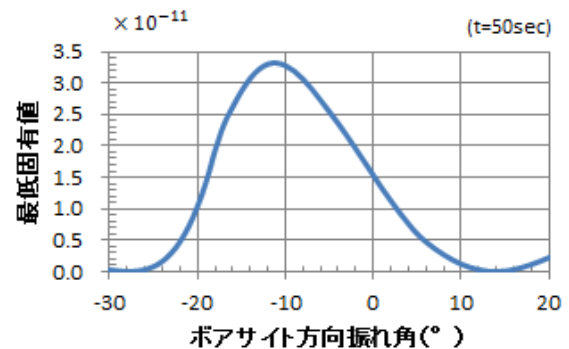
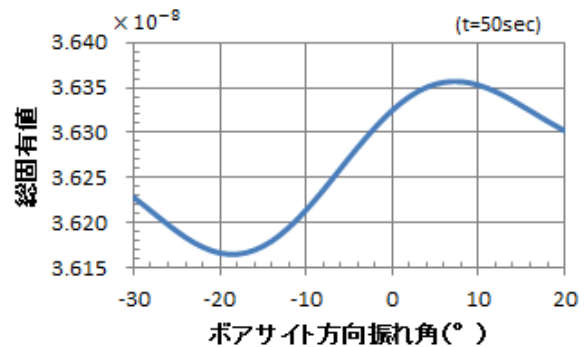


図5 固有値の変化(CASE1)

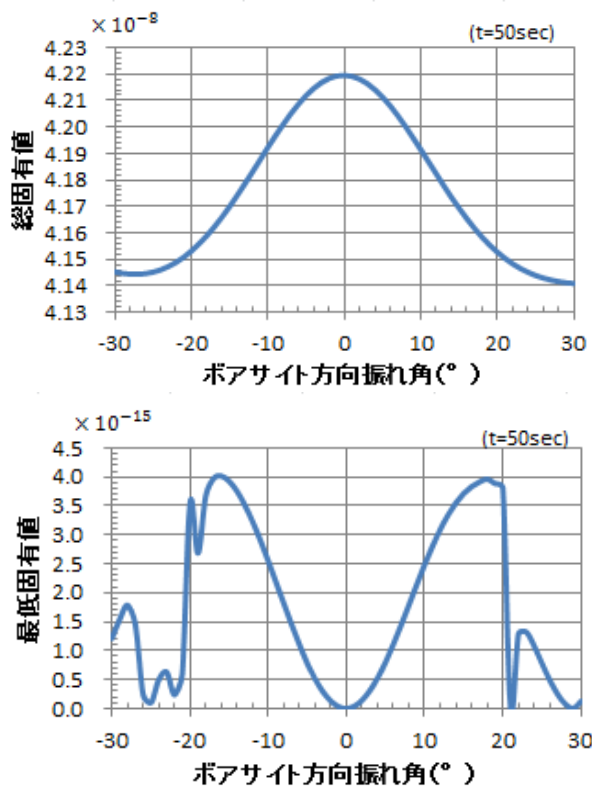


図6 固有値の変化(CASE2)

また、CASE 2 の場合には、例えば P2 無人機に対してボアサイトを向けたままの状態が総固有値が最大、一方、±十数度の方向にボアサイト方向を振ることにより、最低固有値が極大値をとるなど、最低固有値を最大化、或いは固有値の総和を最大化できるボアサイト方向振れ角が存在することが確認できた。

#### 4 まとめ

複数無人航空機及び追尾アンテナを有する地上局間で形成される MIMO システムについて、追尾アンテナの積極的な操作により、固有値の総和あるいは最小固有値の最大化が可能であることを示した。今後は、提案システムの要となる最大化アルゴリズムの構築を行う。

また、本研究成果については、国内学会発表 1 件、国内特許 1 件の出願を行った。

#### 文献

- (1) 総務省, ITU-R WRC-12(2012 年世界無線通信会議)の結果概要  
[http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000163415.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000163415.pdf)
- (2) 大鐘武雄, 小川恭孝, わかりやすい MIMO システム技術, オーム社, 2009.

## 【平成 24 年度 プレ共同研究成果】



# 生活圏の環境放射線リアルタイム モニタリングシステムの開発

河内 邦夫<sup>\*1</sup>, 幸野 豊<sup>\*2</sup>, 日向 洋一<sup>\*3</sup>

## 1 はじめに

2011年3月に発生した東日本大震災以降、東北地方各地には今なお震災がれきが仮置き場に残された地域がある。特に福島県内では、東京電力福島第一原発周辺を中心に放射性物質を含む震災がれきが未だに処理されずに残されている。仮置き場に一時的に置かれたこれのがれきも未だにそのままにされている地域も多く今後も仮置き場が増える事が予想される。

本研究は、日本仮設㈱が開発しリリース販売しているecoMo systems(エコモシステム)に組み合わせられる安価な空間放射線量計を試作開発することを目的としている。現在広く使用されている放射線測定機器を組み合わせた場合には、1台あたり100万円程度の追加オプション製作が必要になる。この価格では、仮置き場の様な臨時の現場での使用を想定した場合のレンタル料が他のオプション料金に比べ高くなり利用しづらく災害復旧事業に役立たない事が懸念される。そのため本研究では、1台20万円以下の信頼される放射線測定機器を製作する事を目指す。

## 2 実験の概要

\*1: 暮らし環境系領域

\*2: もの創造系領域

\*3: 日本仮設株式会社

### 2.1 実証実験システムの設置場所

試作した実証実験システムは、福島県郡山市大槻町内の民家敷地内に設置した。図1に設置地点の概略図を示す。また、設置の全景写真を図2に示す。

### 2.2 システム構成の概要と設置した機器

今回のプレ共同研究では、汎用の放射線測定機器とエコモシステムを市販されているユニット電子回路を



図1 実証実験システムの設置場所



図2 実証実験システム設置の全景



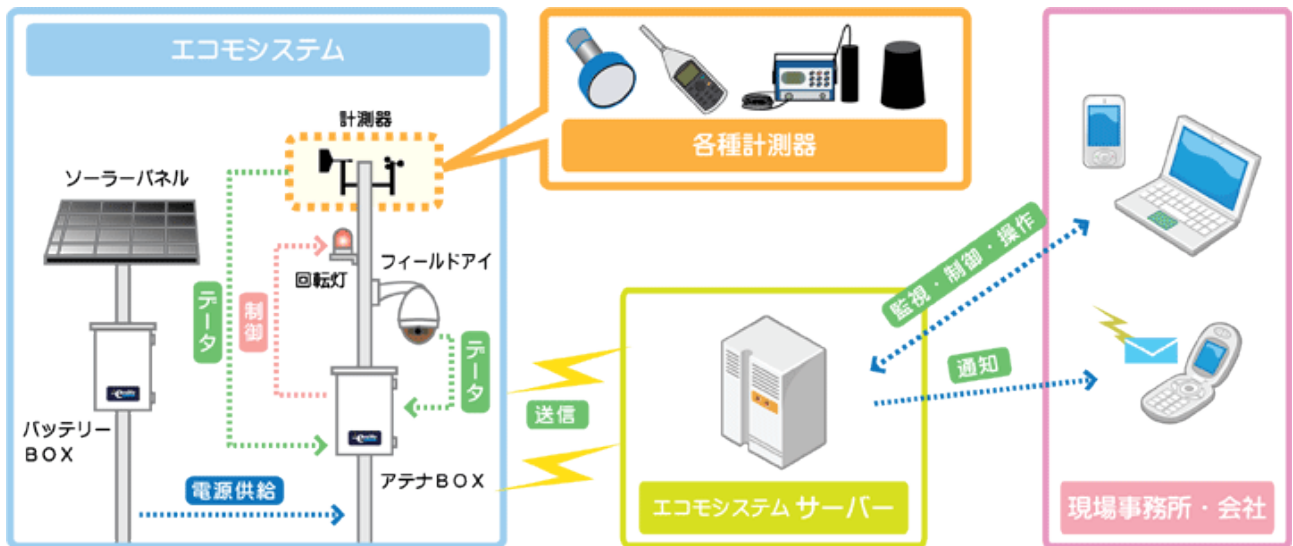


図3 『ecoMo system (エコモシステム)』のシステム構成の概略

使って組み合わせたシステムを製作した。使用したエコモシステムの基本構成の概略を図3に示す。将来の共同研究では、このエコモシステムの各種計測器のオプションとして本プレ共同研究を参考に安価な空間放射線量測定装置の作製を目指している。

設置したシステム機器は (A)記録・通信部、電源部と(B)測定部の2つの部分に分けそれぞれ2つの保護箱に収めて図4に示す様に設置した。それぞれの保護箱内部の様子は図5、図6に示す。



図4 設置システムの機器収納の様子

今回の試作システムでは、放射線の測定には手持ちの汎用空間放射線量率計、日立アロカ(株)製 TCS-172B シンチレーションサーベイメータを用い(B)内に設置した(図5参照)。この測定器は、現在もっとも広く用いられている標準的な空間放射線量率測定機器でありエコモシステムとこの測定機器の間に設けた電子回路

は(A)内に設置した(図6参照)。今回のシステムでは、ソーラーパネルを2枚取り付けバックアップも含めて商業電源は全く使っていない(図4参照)。



図5 設置したシステム機器(B)



図6 設置したシステム機器(A)

## 2.3 実証実験期間

今回の実証実験は、平成25年3月17日に福島県郡山市内の民有地内にシステム機器を設置調整後の翌18日から計測を開始した。

## 3 結果

### 3.1 HP上のリアルタイム表示画面の制作結果

サーバー側の新たなシステム用プログラムの開発も行った。観測データとしては、(空間)放射線量率の値(瞬時値、平均値)の他に、空間放射線量の値に影響を及ぼすと考えられる風速、風向の値、一般的な外気温のそれぞれの平均値を用いた。ここで扱う平均値は、10分間である。観測された値は、ホームページ(HP)上で遠隔監視でき、図7にホームページ上に表示される試作画面を示す。



図7 環境放射線リアルタイムモニタリング表示画面

図8に送られてくる観測値の詳細な表示を示す。ソーラー発電の状態は常時監視する必要がありバッテリー電圧を他の観測値と同様にサーバーに送りその10分の平均値を図8(下段中央)の様に表示させた。



図8 各観測値の表示画面の詳細

### 3.2 保存データの整理結果

測定されたデータは、一旦サーバーと設置現場の機器内部に取り付けられたUSBメモリに記録される。サ

ーバー側では、この測定値から日報や月報が容易に作成できるソフトが組み込まれており、図9、図10にその一部を示す。図9が、測定時刻と(空間)放射線量と平均風量の表示例、図10が測定時刻と(空間)放射線量と気温の表示例を示す。他にも測定されたデータを用いて相互の関係を求める事ができる。図11に一例として(空間)放射線量と平均風速の相関関係を示す。

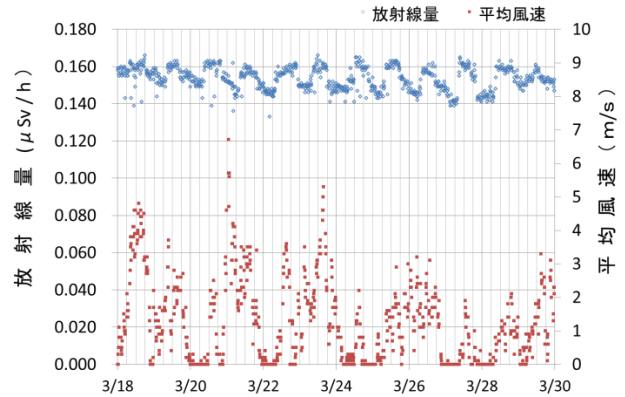


図9 空間放射線量と平均風量の表示例

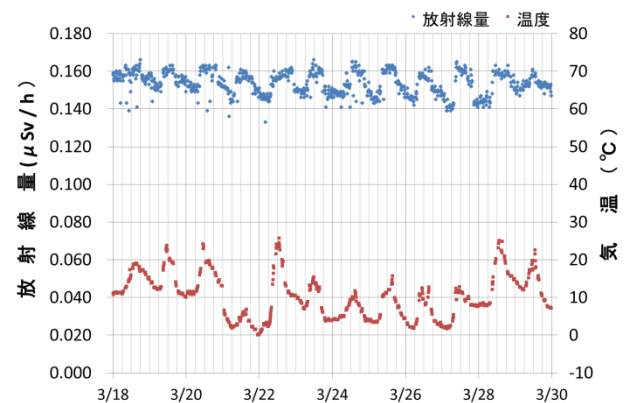


図10 空間放射線量と気温の表示例

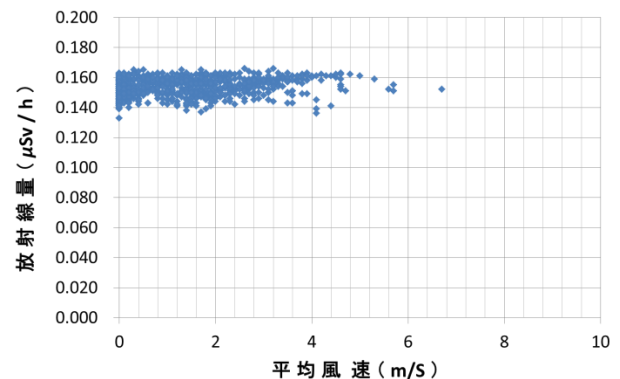


図11 空間放射線量と平均風速の相関関係

## 4 まとめ



今回のプレ共同研究では、汎用の空間放射線量率計を携帯電話のデータ転送システムを利用した遠隔監視システムに組み合わせた。一方 2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災後に生じた震災がれきの仮置き場では、安価な環境放射線リアルタイムモニタリングシステムの設置のニーズがある。我々は、信頼できる空間放射線測定機器の価格が上記の現場で広く普及する上での最大のネックであると考え、共同で安価な測定機器の開発を行う場合の事前の検討を行った。その結果、空間放射線量の遠隔監視は汎用の放射線測定機器を使って行える事が判った。これは、製造メーカーに設置以前に相談し得た 100 時間以上の長期連続使用は出来ないと言う回答と異なる結果であった。ただし、耐久性には問題があり、その点を考慮した測定機器の開発が必要であると考えた。

現在、放射性物質を含む震災がれきの処理は、低レベルの物を除きまだ殆ど行われていない。しかし、福島県内にはビニールに覆われた廃棄物(震災がれき)が野積みされ一応隔離されて(ロープで仕切られて)いる場所が多くある。これらの場所には、殆どの場合放射線量を常時監視している様な機器の設置様子は見られない。今後の共同研究で、この様な現場での安価な遠隔監視システムが実現出来ればと考える。

## 謝辞

本研究では、現地実証実験に際し福島県の被災者の方々には色々なアドバイスと激励のお言葉を頂いた。特に、自宅の敷地を快く無償で貸していただいた郡山市の木元秀雄氏には多大な協力を頂いた。ここに記して深く感謝の意を表す。

# レアアース代替材による鋳鉄製造法の開発

白井 雅人<sup>\*1</sup>, 清水 一道<sup>\*2</sup>, 船曳 崇史<sup>\*3</sup>

## 1 はじめに

鋳鉄は機械・構造材料として幅広く使用されており、素形材産業の中核をなしている。その中でも、球状黒鉛鋳鉄(FCD)は黒鉛が球状であるため、部材にかかる応力の集中が緩和され、強度部材として必要な引張強さ、疲労強度、衝撃値などの機械的性質に優れている<sup>1)</sup>。黒鉛の球状化率は80%以上で良好な機械的性質を示すことが知られている<sup>2)</sup>ことから、FCDの製造において球状化率を向上させる必要があり、その際に用いられるのが黒鉛の球状化剤である。球状化剤にはCeやLa等のレアアースが含まれており、高品質なFCDを製造するためにレアアースは欠かせない存在である<sup>3,4)</sup>。

しかしながら、それに伴ってレアアースの需要も高まる一方、レアアースの埋蔵量、生産量ともに世界トップの中国が生産や輸出を制限している為、世界的にレアアースの需給が逼迫し国際価格が高騰している。

そこで、本研究ではレアアースを使用した球状化剤と、レアアースレスの球状化剤でFCDを製作し、疲労試験によって、構造用部材として重要な疲労強度の評価を行った。この結果を比較することで、レアアースの有無による疲労強度への影響を調査した。

また、鋳肌状態の供試材を平滑材と同じ溶湯にて製作し、平滑材と試験結果を比較することで、表面性状の違いが疲労強度に及ぼす影響を調査した。

## 2 実験方法

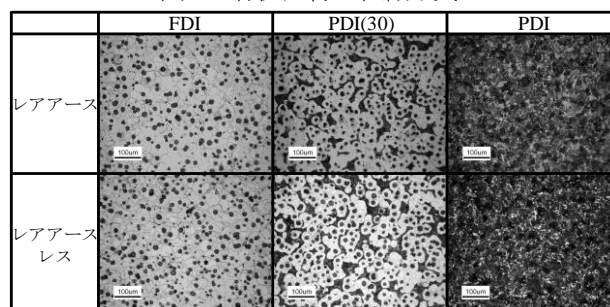
### 2.1 供試材の製作

供試材はレアアースを使用、未使用の2種類の黒鉛球状化剤を用いてそれぞれ製作した。接種剤はレアアース、レアアースレスで統一とし、接種方法は一次接種を取鍋接種、二次接種を注湯流接種とした。表1に使用した黒鉛の球状化剤と接種剤を示す。供試材の基地組織は熱処理によりフェライト地(FDI)、パーライト地率30%(PDI(30))、パーライト地(PDI)の3種類とした。各供試材の組織写真、化学成分、黒鉛の球状化率及び機械的性質をそれぞれ図1、表2、表3に示す。各供試材において、組織、化学成分にレアアース、レアアースレスによる差はなく、黒鉛球状化率、機械的性質は一般的な球状黒鉛鋳鉄と比較しても良好な値であった。

表1 使用した球状化剤と接種剤の化学成分  
mass%

	Si	Mg	Ca	Ba	Al	RE
レアアース OGRC-5.5S-2	46.6	5.9	2.36	—	—	2.03
レアアースレス OGL-5	46.3	5.8	3.02	—	0.81	—
接種剤 カルバロイ	73.7	—	1.75	0.93	2.06	—

図1 各供試材の組織写真



\*1: 岩見沢鋳物株式会社

\*2: もの創造系領域材料工学ユニット

\*3: 物質工学専攻

## 2.2 実験条件

疲労試験には平面曲げ疲労試験機を用いた。図2に試験片の寸法を示す。図2より試験片の形状は厚さ3mm、最小幅部20mmの平板試験片であり、レアース、レアースレスそれぞれで表面を研削したもの(平滑材)と、未加工のもの(鋳肌材)の2種類を用意した。試験条件は、繰返し速度20Hzの正弦波荷重、応力比を-1とし、試験環境は室温、大気中とした。試験片が破断、または繰返し数が $1 \times 10^7$ 回に達した場合を試験停止条件とし、未破断であった試験片の負荷応力を疲労強度 $\sigma_w$ とした。破断した試験片はSEMを用いて破面観察を行った。

## 3 実験結果と考察

### 3.1 平滑材の実験結果と考察

図3に平滑材のS-N線図を示す。図3より平滑材は、黒鉛の球状化剤にレアースを使用した場合と比較してレアースレスの疲労強度 $\sigma_w$ が全て低下した。

表2 各供試材の化学成分

		mass%							
組織		C	Si	Mn	Cu	S	Mg	P	Cr
レアース	FDI	3.8	2.6	0.34	0.16	0.01	0.04	0.02	0.04
	PDI(30)	3.8	2.6	0.57	0.67	0.01	0.04	0.02	0.04
	PDI	3.8	2.6	0.57	0.67	0.01	0.04	0.02	0.04
レアースレス	FDI	3.8	2.5	0.39	0.09	0.006	0.04	0.015	0.04
	PDI(30)	3.8	2.6	0.55	0.68	0.007	0.04	0.016	0.04
	PDI	3.8	2.6	0.55	0.68	0.007	0.04	0.016	0.04

表3 黒鉛の球状化率及び機械的性質

組織	球状化率 [%]	耐力 [N/mm <sup>2</sup> ]	引張強さ [N/mm <sup>2</sup> ]	伸び [%]	硬度 [HB]	
レアース	FDI	88	289	431	24	140
	PDI(30)	87	323	504	19	170
	PDI	91	626	965	8	302
レアースレス	FDI	78	290	440	22	140
	PDI(30)	80	322	518	17	179
	PDI	85	595	935	9	293

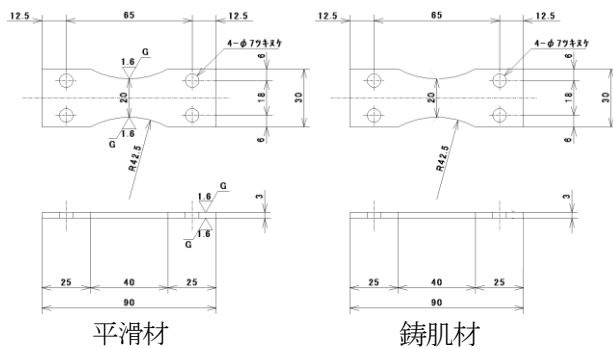


図2 試験片の寸法

$\sigma_w$ の低下率はFDIで12%、PDI(30)で13%、PDIで

23%となり、PDIの低下率は他の供試材より顕著であった。黒鉛の球状化率や機械的性質に差が無かったにも関わらずレアースレスにおいて $\sigma_w$ が低下した要因を考察するため、破断した試験片の破面観察を行った。破面観察の結果、レアースレスの供試材では内部に図4に示す鑄造欠陥が多数観察された。鑄造欠陥は、き裂の発生起点や進展速度に影響し、破断に至る原因の一つとして考えられている。しかしながら、これらの欠陥全てが破断の原因であるとは断言できない。そこで、欠陥の大きさを定量的に評価するために用いたのが $\sqrt{\text{area}}$ パラメータモデルである<sup>5)</sup>。 $\sqrt{\text{area}}$ パラメータモデルは鑄造欠陥が内接する矩形範囲面積の平方根のことであり、欠陥の面積をき裂長さに代替することができる。これを用いることで形状の異なる鑄造欠陥でも比較が可能になる。求めた $\sqrt{\text{area}}$ の値を用いて、き裂先端における応力場の強さを表す応力拡大係数範囲 $\Delta K$ を以下の式<sup>5)</sup>にて算出した。

$\alpha$ は定数であり、内部欠陥は0.5、表面欠陥は0.65  
また、下限界応力拡大係数範囲 $\Delta K_{th}$ を以下の式<sup>5)</sup>から求めた。 $Hv$ は各供試材のビッカース硬さである。

$$\Delta K_{th} = 3.3 \times 10^{-3} (Hv + 120) (\sqrt{\text{area}})^{1/3}$$

$\Delta K_{th}$ は、き裂が伝播する最小の $\Delta K$ のことであり、 $\Delta K$ が $\Delta K_{th}$ を上回っている場合、その欠陥が破断する際の起点となりやすくなる。表4に各レアースレス供試材の $\sqrt{\text{area}}$ 、 $\Delta K$ 、 $\Delta K_{th}$ の一例と $\Delta K > \Delta K_{th}$ となった鑄造欠陥の個数を示す。表4より $\Delta K > \Delta K_{th}$ となった欠陥の個数がPDIで最多であり、 $\Delta K$ の値も大きくなった。以上より、球状化剤をレアースレスにしたことで鑄造欠陥が増え、 $\sigma_w$ が低下した要因となり、PDIはその数が他の供試材よりも多かったため、 $\sigma_w$ の低下率が大きくなったと推察される。

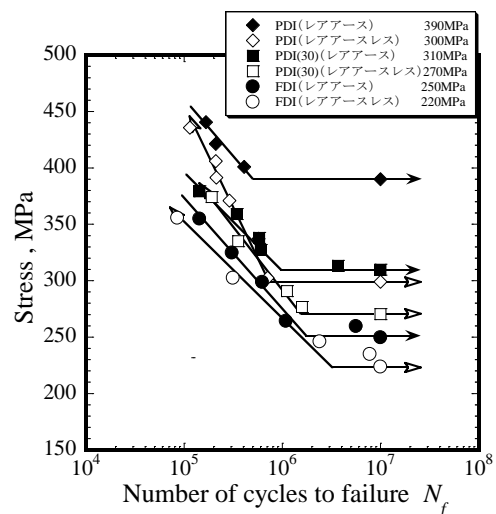


図3 平滑材のS-N線図

### 3.2 鋳肌材の実験結果と考察

図5に鋳肌材のS-N線図を示す。図5よりレアアースとレアアースレスで $\sigma_w$ の差は小さかった。しかし、平滑材と比較すると $\sigma_w$ は全体的に低下した。その要因が鋳造欠陥の位置や大きさおよび表面の粗さによるものと想定し、平滑材と同様に破面観察を行った。破面観察の結果、表面近傍で図6に示すピンホールや砂かみが観察された。これらの $\sqrt{area}$ 、 $\Delta K$ 、 $\Delta K_{th}$ を表5に示す。表5より表面欠陥の $\Delta K$ が最も大きくなった。また、鋳肌材表面の算術平均粗さを測定したところ、鋳肌材は平滑材より20倍ほど粗くなっていたことから、鋳肌材は表面の応力集中が強くなったと推察される。以上より、鋳肌材ではレアアースレスで生じる内部欠陥よりも、表面近傍の欠陥と表面粗さによる応力集中が破断に大きく影響したため、平滑材と比較して $\sigma_w$ が全体的に低下したが、レアアースの有無による影響は小さくなったと推察される。

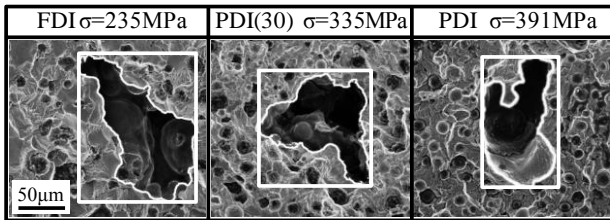


図4 平滑材におけるレアアースレス供試材の鋳造欠陥

表4 平滑材における鋳造欠陥のパラメータ

	FDI	PDI(30)	PDI
$\sqrt{area}$ [ $\mu\text{m}$ ]	127	170	154
$\Delta K$ [ $\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ ]	4.7	7.7	8.6
$\Delta K_{th}$ [ $\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ ]	4.4	5.6	7.6
$\Delta K > \Delta K_{th}$	3	5	6

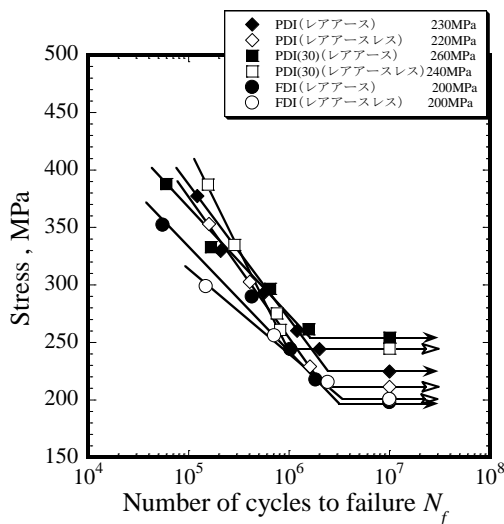


図5 鋳肌材のS-N線図

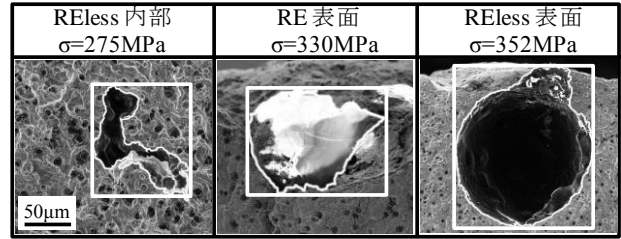


図6 鋳肌材における鋳造欠陥

表5 鋳肌材における鋳造欠陥のパラメータ

	レアアースレス 内部	レアアース 表面	レアアースレス 表面
$\sqrt{area}$ [ $\mu\text{m}$ ]	191	219	540
$\Delta K$ [ $\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ ]	6.7	11.2	18.9
$\Delta K_{th}$ [ $\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ ]	5.9	8.7	11.5

### 4 おわりに

本研究において黒鉛の球状化剤にレアアースを使用したものとレアアースレスの供試材を製作し、疲労試験を行った。その結果、平滑材では球状化剤をレアアースレスにすることで内部に鋳造欠陥が増え、 $\sigma_w$ はレアアース使用時と比べて10~20%低下した。

鋳肌材ではレアアースとレアアースレスによる $\sigma_w$ の差は小さかった。しかしながら、表面近傍に存在する欠陥と表面粗さの影響を受けるため、 $\sigma_w$ は平滑材よりも低下する。

本研究成果より、今後はレアアースレスの球状化剤を使用した場合に鋳造欠陥が生じる原因の求明が必要である。

表面性状の違いによる疲労強度への影響に関しては、今後は供試材表面にショットピーニングを行うことで鋳肌を除去した場合に $\sigma_w$ がどの程度上昇するのかを調査する。そして、平滑材の $\sigma_w$ と比較することで、研削加工を行わずにショットピーニングによって製品としての使用が期待できるかを検討する。

### 文献

- 1) 清水一道, 関根崇博, 鳥居昭秀, 高松吉金: 鋳造工学, 84(2012), 682
- 2) 中江秀雄: 新版 鋳造工学, (2008), 産業図書
- 3) 鈴木勇佑, 鈴木孝夫: 鋳造工学, 84(2012), 671
- 4) 小綿利憲, 平塚貞人, 千葉雅則, 鹿毛秀彦, 藤島晋平: 鋳造工学, 84(2012), 675
- 5) 村上敬宜: 金属疲労微小欠陥と介在物の影響, (1993), 養賢堂

# 配管材料のエロージョン摩耗特性及び耐摩耗材料の開発

牟禮 眞太郎<sup>\*1</sup>, 清水 一道<sup>\*2</sup>, 楠本 賢太<sup>\*3</sup>

## 1 はじめに

粉粒体の衝突により材料表面が損傷、除去される現象をエロージョンと呼ぶ。この現象は、粉体の固気二相流による輸送系でのパイプベンド部やバルブ、タービンブレード、ファン等において生じている。製鉄所、火力発電所のプラントでは、補助燃料として微粉炭を吹き込む設備が備えられており、パイプベンド部において、微粉炭の衝突によるエロージョン摩耗が報告されている。エロージョン摩耗により配管内部が摩耗し、外観からは判断できず、定期的な交換及び減肉部に肉盛り溶接を施すことにより事故を防いでいる。稼働率の向上及びコスト削減の観点から、余寿命の推定、耐摩耗材料の開発が喫緊の課題となっている。

これまで清水らにより基地組織に高硬度な炭化物を有し、粒子衝突により加工誘起変態することで優れた耐摩耗性を示す球状炭化物鋳鉄が開発されている<sup>(1-3)</sup>。

株式会社栗本鐵工所では、合金配合や熱処理方法を検討し、川下企業のコスト低減を目指した更なる耐摩耗性材料の開発を進めている<sup>(4)</sup>。

本研究では、実際に使用されている鋳鉄管のエロージョン摩耗特性調査および鋳鉄管の耐摩耗性を定量的に評価することを目的とした。また、耐摩耗材料として期待されている多合金鋳鉄に着目した。炭化物形成元素である Cr, Mo, V, W を添加させた多合金鋳鉄は鋳造時に初晶、共晶炭化物として高硬度な炭化物を晶出し、熱処理によって二次硬化するため優れた耐摩耗性を示すことが期待されている<sup>(5-7)</sup>。そこで、多合金鋳鉄を小型の真空溶解炉にて溶製し、従来材と耐摩耗性を比較した。

## 2 実験方法

使用した供試材は、(株)栗本鐵工所にて製造された耐摩耗鋳鉄管より切出した A, B, C の 3 種類である。供試材の化学成分を Table 1 に示す。試験片寸法は 50×50×10(mm)の平板状で、エロージョン摩耗特性調査には吸引式ブラストマシンを使用した。実験に使用した吸引式ブラストマシンの概略図を Fig. 1 に示す。衝突粒子は平均粒径 700 $\mu$ m、硬度 440Hv のスチールショットを用いた。使用した衝突粒子を Fig. 2 に示す。空気流速を約 100m/s、粒子噴射量を約 30.0g/sec.とした。衝突角度は 60deg.とし、1回の試験時間は 3600 秒とした。一定時間毎に電子天秤で測定した摩耗質量から摩耗体積を算出し摩耗量とした。密度の異なる試料の評価には、損傷速度 (Erosion rate : cm<sup>3</sup>/kg) を用いた。損傷速度とは、ターゲット材の摩耗体積を衝突粒子の総重量で除したものである。

目標組成に配合した各原材料を小型の真空溶解炉にて溶解し、多合金鋳鉄を溶製した。多合金鋳鉄の化学成分を Table 2 に、供試材の組織写真を Fig. 3 に示す。従来材と多合金鋳鉄の耐摩耗性の比較には、小型の試験片で耐摩耗評価が可能なスガ式摩耗試験機を用いた。実験に使用したスガ式摩耗試験機の概略図を Fig. 4 に示す。試験片寸法は 50×50×4(mm)の平板状とした。試験条件として、試験面は研削加工を施し、試験荷重は 19.6N とした。摩耗輪には、エメリー紙 (#180) を装着し、往復回数 2000 回での質量減少量を摩耗量として評価した。エメリー紙は摩耗輪が 1 回転 (400 往復) ごとに交換した。

Table 1 Chemical compositions of test specimens.

(mass%)

	C	Si	Mn	P	S	Mg	Ni	Cu	Mo	Cr	Fe
A	3.61	1.96	0.28	0.04	0.007	0.041	-	-	-	1.63	Bal.
B	3.39	1.94	0.36	0.04	0.006	0.047	5.07	-	-	-	Bal.
C	3.36	2.04	0.33	0.03	0.003	0.047	4.12	0.4	0.3	-	Bal.

\*1: 株式会社栗本鐵工所

\*2: もの創造系領域材料工学ユニット

\*3: 物質工学専攻

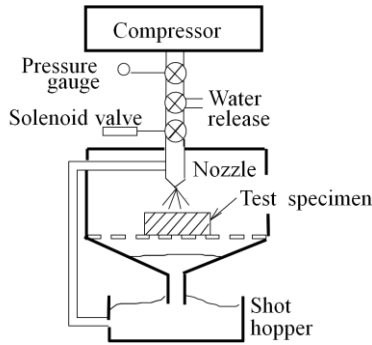


Fig. 1 Outline of the blast machine.

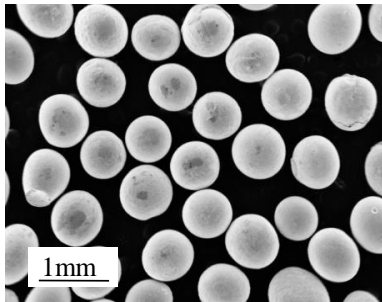


Fig. 2 Erodent particles.

Table 2 Chemical compositions of multi component.

	(mass%)										
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Nb	V	W	Fe
Multi-5V	2.08	0.49	0.68	0.037	0.027	4.80	5.31	-	5.36	4.80	Bal.
Multi-5Nb	1.92	0.56	0.61	0.098	0.063	5.31	5.72	3.41	0.06	5.17	Bal.

	A	B	C
Multi-5V	Multi-5Nb		

Fig. 3 Microstructures of specimens.

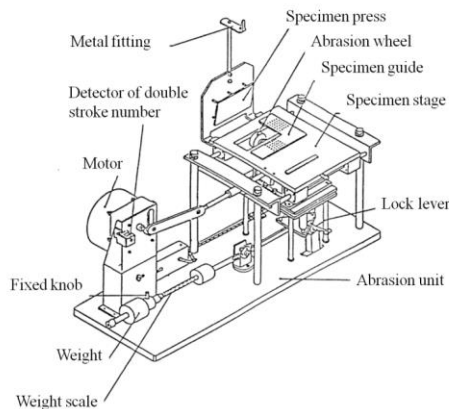


Fig. 4 Suga type abrasive wear testing machine.

### 3 エロージョン摩耗試験結果及び考察

これまでの研究で配管に使用される鋳鉄は、粒子衝突する際の角度が  $60^\circ$  で最も摩耗量が多くなることを明らかにしている<sup>(8-11)</sup>。そのため、エロージョン摩耗試験を  $60^\circ$  のみ行った。その結果を Fig. 5 に示す。

他の鋳鉄と比較して A, B, C は良好な耐摩耗性を示した。また、B, C は高強度材料として知られているオーステンパ球状黒鉛鋳鉄(ADI)と同程度の耐摩耗性を示した。各鋳鉄管の耐摩耗性が異なる要因を調査するため、各供試材の試験前後での硬さ測定を行った。

各供試材の摩耗試験前後での硬さ測定結果を Fig. 6 に示す。この結果から、A 及び B では試験前後で硬さの上昇は見られず、C では 340Hv から 500Hv に硬さが上昇していた。また、比較材として用いた ADI では、300Hv から 500Hv に硬さが増加していた。室温において試験後の硬さ増加は基地組織中に存在する残留オーステナイトと密接な関係が有り、粒子衝突によりエネルギーを吸収し、マルテンサイト化することが明らかになっている<sup>(12)</sup>。B, C および ADI の基地組織の硬さが衝突粒子の硬さを上回ったため、B, C および ADI が良好な耐摩耗性を示した。

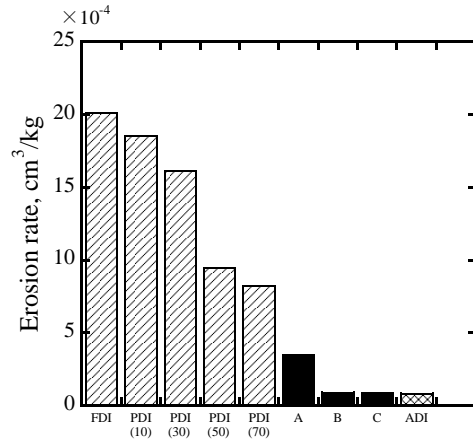


Fig. 5 Result of erosive wear test.

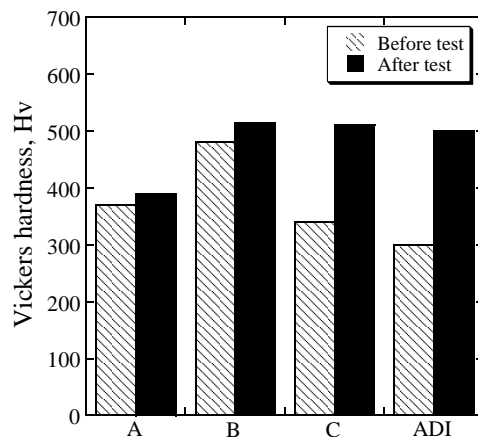


Fig. 6 Vickers hardness changes before and after erosive wear tests for specimens.

#### 4 スガ式摩耗試験結果及び考察

スガ式摩耗試験の結果を Fig. 7 に示す. 全ての供試材に共通して, 摩耗量は往復回数の増加と共に直線的に増加した. 従来材の B は, 高強度材料として知られている ADI と同程度の耐摩耗性を示した. 今回, 新たに溶製した 2 種類の多合金鋳鉄は, 従来材 B と比較して Multi-5V で 1.25 倍, Multi-5Nb で 1.5 倍と優れた耐摩耗性を示した. この要因を調査するため, 各供試材の試験前後における硬さ測定および多合金鋳鉄の炭化物をエネルギー分散型 X 線分析装置(EDS)により調査した. 各供試材の摩耗試験前後での硬さ測定結果を Fig. 8 に示す. この結果, 摩耗試験前後での硬さは ADI, B では約 500Hv, Multi-5V, Multi-5Nb では約 600Hv であり, ADI および B の硬さと比較して Multi-5V, Multi-5Nb の硬さの方が高い値を示した. EDS による面分析および点分析の結果を SEM 画像に表し Fig. 9 に示す. これより, Multi-5V, Multi-5Nb では炭化物形成元素を添加したことにより, 基地組織中に高硬度な MC, M<sub>2</sub>C, M<sub>3</sub>C が晶出したことで ADI および B よりも硬さが高い値を示し, 良好な耐摩耗性を示したと推察できる.

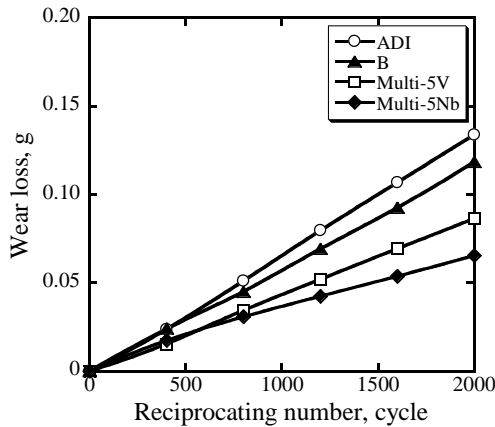


Fig. 7 Result of abrasive wear test.

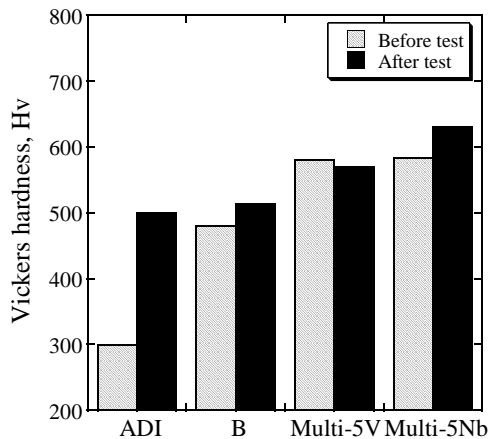


Fig. 8 Vickers hardness changes before and after erosive wear tests for specimens.

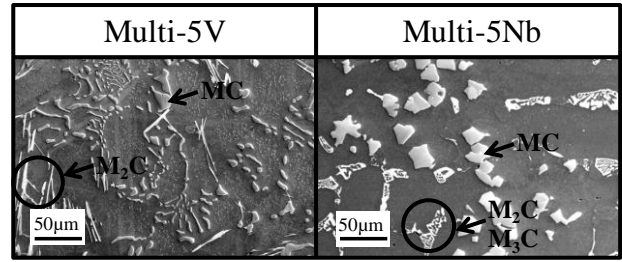


Fig. 9 EDS surface analysis of Multi component cast irons.

#### 5 おわりに

本研究により, 耐摩耗鋳鉄管の耐摩耗性を定量的に明らかにできた. また, 従来材の耐摩耗性を基準とすることで, 新規耐摩耗材料の開発に取り組むための指標となった. 炭化物形成元素である Cr, Mo, V, Nb, W を添加させた多合金鋳鉄は, 高硬度な MC, M<sub>2</sub>C, M<sub>3</sub>C が晶出したこと従来材よりも良好な耐摩耗性を示した.

本研究成果を踏まえ今後は, 多合金鋳鉄の最適な熱処理条件を調査し, 耐摩耗性を評価する必要がある. また, 材料交換時のメンテナンス費, 長寿命化によるコスト低減が可能か否かを検討する必要がある.

多合金鋳鉄の開発により, 耐摩耗管だけでなく, 耐摩耗材料を使用した新規分野への展開が見込まれ, 市場性の拡大にも期待できる.

#### 文献

- (1) K. Shimizu, T. Naruse, Y. Xinba, K. Kimura, K. Minami and H. Matsumoto, *Wear*, Vol. 267(2009), pp.104.
- (2) Xinba Yaer, Kazumichi Shimizu, Hideto Matumoto, Tadashi Kitsudo, Tadashi Momono, *Wear*, Vol. 264(2008), pp. 955-957.
- (3) 新巴雅尔, 清水一道, 他 3 名: 鑄造工学, 78(2006), pp.513.
- (4) 高田恒夫, 前殿裕章, 桜井市蔵: クリモト技報, No.43(2000).
- (5) 笹栗信也, 山本郁, 横溝雄三, 橋本光生, 松原安弘: 鑄造工学, 80(2008), pp.571.
- (6) 笹栗信也, 山本郁, 横溝雄三, 清水一道, 松原安弘: 鑄造工学, 82(2010), pp.667.
- (7) N. Sasaguri, Y. Yokomizo, K. Yamamoto and Y. Matubara: *Proc. of ABRASION2011, Belgium*, (2011), pp.82.
- (8) K. Shimizu, T. Noguchi, T. Kamada, H. Takasaki, *Wear*, Vol. 198(1996), pp. 151
- (9) K. Shimizu, T. Noguchi, H. Seitoh, M. Okada, Y. Matsubara, *Wear*, Vol. 250(2001), pp. 783
- (10) 清水一道, 野口徹: 鑄物, 67(1994), pp.92.
- (11) 清水一道, 野口徹, 岡田雅樹: 鑄造工学, 73(2001), pp.365.
- (12) 清水一道, 野口徹: 鑄物, 66(1994), pp.493.

## 【フロンティア技術検討会】





# フロンティア技術検討会

## 講演録

【日 時】平成 24 年 10 月 23 日(火) 14:00 ~ 17:00

【場 所】中嶋神社 蓬峯殿(室蘭市)

【参加者】100 名

### 【講演会】

テーマ：「エネルギー戦略と省エネの対策及び実践について」

### 【開会挨拶】

(公財)室蘭テクノセンター 理事長 栗林 和徳 氏

### 【講演】

演題Ⅰ：「エネルギーを巡る現状と再生可能エネルギーの利用拡大に向けて」

北海道経済産業局資源エネルギー環境部エネルギー対策課 課長 多田 好克 氏

演題Ⅱ：「継続的な節電/省エネを“かしこく”進めるための着眼点」

(一財)省エネルギーセンター省エネ人材育成本部育成事業部 課長 鈴木 伸隆 氏

演題Ⅲ：「企業における技術革新と省エネルギー活動

～省エネ技術開発事例と省エネ診断活用事例～」

(公財)室蘭テクノセンター 総括アドバイザー 安澤 典男 氏

興和工業(株) 代表取締役社長 鈴木 高士 氏

---

### 【開会挨拶】

(公財)室蘭テクノセンター

理事長 栗林 和徳 氏

みなさま、こんにちは。本日は平日のお忙しい中多数お集まりいただきまして、ありがとうございます。今日は、フロンティア技術検討会、平成元年に出来まして地域経済界にとりまして、産学官のきっかけになり、そういう動機で作ったわけですが、今年 24 回、来年は四半世紀を迎えることとなります。これは関係各位皆様のご協力のたまものと思っています。今日は、「エネルギー戦略と省エネの対策及び実践について」と称しまして、お忙しい中講師の先生方 4 名に、テーマも 3 つに絞りまして、アップトゥデイトな話題のエネルギー問題ということで、色々な角度からお話いただくと私も楽しみにしています。私は、数年前から地球温暖化の観点から CO<sub>2</sub> をどうやったら削減できるかと、ところが去年の大震災をきっかけに原発の存在が色々起きてきて、計画停電ということでこの夏を乗り切ったんですが、この間も北電さんに伺いましたら、泊原発が停まってお

まして、コスト増が 1 日当たり 7 億円、1 日 7 億円北電さんのコストが上がっている、これは北海道民が電気を使っていないというのはいない、赤ちゃんから子どもまで、550 万人で割れば、1 日 130 円余計に電気代を払っていることになっている。130 円といたら、家族が 1 回朝ご飯が食べられるようなコストがかかっている。もう一つ、私は(商工)会議所の立場として、色々企業誘致、本州に出かけたりしまして、「北海道は土地が安いですよ、人件費も安いですよと、人件費が安いということは給料が安いということですけども。水も電気もたっぷりございますよ」と宣伝しているんですけど、ところがこの冬は計画停電をやるかも知れない、そうすると電気が流れるか流れないかというところに、来る企業もこなくなってしまうと思うんです。これは地域経済にとっても大変大きな問題ではないかと私は非常に危惧しております。今日は 4 人の講師の先生方から、少し時間が長くなりますけれども、有意義な講演になることを祈念いたしまして、また日頃のご支援をこの場をお借りして、御礼を申し上げます。ご挨拶に代えさせていただきたいと思えます。どうもご静聴ありがとうございます。

## 講演 I : 「エネルギーを巡る現状と再生可能エネルギーの利用拡大に向けて」

北海道経済産業局資源エネルギー

環境部エネルギー対策課 課長 多田 好克 氏

ただいま、紹介にあずかりました北海道産業経済局の多田でございます。本日はよろしくお願いたします。今日、私がお話する内容は、こちらにありますように、まず最初に、エネルギーをめぐる現状、今日のテーマであるエネルギー戦略の話についてしたいと思います。2 番目以降は、まさに再生可能エネルギーについてお話をさせていただきたいと思います。まずエネルギーの現状ということで、ここにそのエネルギー自給率だとか、エネルギー基本計画の見直しとか、エネルギーミックスとか書いてありますが、言葉は今年は色んなところで聞かれているかと思いますが、実際どうなっているかと言うところをお話させていただきます。まずはじめに、世界のエネルギーをめぐる状況ということなのですが、世界のエネルギー需要の見通しなのですが、2030 年にむけて 1.3 倍に急増するという見通しですが、特に中国あるいはインドがすごい伸びていて、まさに「中国等の消費国による資源獲得競争の激化、世界のエネルギー需給構造は逼迫」とあるのですが、いままさに、中国が尖閣諸島問題だとか、あるいは東シナ海の領土問題で、中国と色々あるのですが、資源獲得競争が世界中で起こっています。それともうひとつ、供給源の話になるのですが、石油の埋蔵量の半分以上が中東に集中しているというのが現状になります。こちらは日本の一次エネルギー供給の推移ということで、1973 年オイルショックがあった年なのですが、ここの比較で、2009 年との比較で、1.4 倍。石油の依存度は減少しているのですが、化石燃料全体でみると、82%。天然ガスですとか石炭、石油。残りが非化石燃料ということになっています。最終エネルギー商品の推移ということで、1973 年からみているのですが、実は GDP は 2.3 倍に伸びています。GDP が伸びていますので、エネルギーの消費も実は増えているのですが、産業部門はそんなに増えていません。産業部門は省エネに取り組んでいるかと。伸びているのが民生、家庭部門・業務部門が 2.4 倍にすごく伸びています。自然エネルギー供給、最終エネルギー消費、この途中に発電とか石油の精製とか転換がありまして、この部分がロスして最終的にはだいたい 3 割ちよっとくらいロスで、実際にこれくらいになって、これをみなさんが使っているという状況です。先ほど言いましたが、日本のエネルギー自給率はどうなっていますかといいますと、今日の新聞に、北海道の食料自給率は 90%、日本は 39%とありましたが、一方でエネルギーはどうかといいますと、ここで 19%となっていますが、北海道には原子力があります。この原子力を除くと、4%。これが日本のエネルギー自給率で、先進国主要国の中でみると、最低の位

置づけです。これはエネルギー資源、化石燃料なんですけれども、特に原油についてみると、ほとんど輸入していて、中東依存が 88%、天然ガスも 97%、これも中東依存 27%くらいあります。石炭、LPG についても輸入しているというのが日本の状況です。

実は今原発が停まっています、その分火力発電でカバーしています。化石燃料依存度が非常に高まっています。今年は貿易赤字となって問題が出ていますが、まさに化石燃料の価格が非常に高騰しているというのがあります。それと、もうひとつ、中東依存が非常に高いので、もしここが、(スライドを示して)ホルムズ海峡になるんですが、もし中東で何か問題が起きて、ここが封鎖されると、実は原油とか天然ガスが入ってこなくなる。そういう意味では、電力の安定供給に支障をきたす恐れがある。地政学的リスク、あるいは交渉条件の悪化が今後心配される場所です。日本でのエネルギー政策の変遷ということなのですが、オイルショックがありまして、それを踏まえて安定供給、80 年代後半から、安定供給に加えて経済性、80 年代後半から 90 年代には、環境問題、CO<sub>2</sub>削減という問題が出てきます。日本はこの 3 つをエネルギー政策、3E といっているのですが、エネルギー安定供給、エネルギーセキュリティ、それから、経済効率性、エコノミックエフィシエンシー、環境への適合、エンビロノメントこの 3 つの E ですね。2003 年にエネルギー基本計画を初めて作っております。その後改訂して、2010 年に現行のエネルギー基本計画を策定して、この中では、非化石燃料、再生可能エネルギー、原子力といったものの導入拡大、もっと資源外交の強化をしましよるか取り組んでいたことなのですが、実は東日本大震災が起きて、安全、セーフティが大前提でやらなければならないということで、このエネルギー基本計画を白紙から見直ししようと言っていることになっています。大震災があって、福島原発事故があって、「原子力の安全確保と将来リスクの低減」安全性の話ですね。それから化石燃料を海外から輸入しているの、再生可能エネルギー、原発依存度の低減。これは再エネと原子力は CO<sub>2</sub> がゼロ、あるいは天然ガスは CO<sub>2</sub> が少ないですとか、まさに地球温暖化問題の解決に貢献しようと、電源構成、省エネの度合いなどの違いで、発電コストの抑制、空洞化防止。経済性の話なんですけど、この 4 つの視点でエネルギー基本計画を見直すということで、今年いろんな議論がされたところです。

6 月末にエネルギー環境会議という政府の会議なのですが、ここの中で、3 つのシナリオというのを提示して決めて、その後国民的議論を通じて、その上で革新的エネルギー環境整備を決定しようということの流れで来たと思うんです。供給サイドの問題としては、再生可能エネルギーが 10%なのですが、いずれのシナリオでも大幅に増やしようというのが入っています。もう 1 つは需要が問題なのですが、最終エネルギー消費ももっと省エネをやり

ましょう。もっと省エネを進めましょうという新たな柱を立てて、3つのシナリオが出来たところです。その後は、エネルギー政策をどうやって決めるかという、それぞれの電源でいろんな長所短所がありますが、どう組み合わせたらいいかを中心に議論しています。中央環境審議会、ここはまさに温暖化対策。そしてもうひとつ原子力委員会、ここが核燃料サイクル政策を機能していて、去年の秋以降ずっと活動していて、先程言いました3つのシナリオが今年の6月に出たところです。これを踏まえて、7月8日にパブリックコメント、あるいは意見聴取会、あるいは討論型世論調査といった国民的議論をやって、なおかつ国民的議論を検証して、民主党のエネルギー関係調査会の報告を受けながらエネルギー環境会議が、革新的エネルギー環境整備録を作っています。本来はこのまま閣議決定をするはずだったのですが、いろんな問題で基本方針の決定が後回しになっています。エネルギー基本計画と言うのは、革新的エネルギー環境戦略の決定を受けて本来であれば、年末までに作るようになっていたんですが、今の状況ですと、年内に策定はむずかしいのかなという状況になっています。これが9月14日に決定された「革新的エネルギー・環境戦略」なんですが、基本的には、省エネ、再生可能エネルギー、グリーンエネルギーをサブ代用エネルギーに最大限に引き上げることを通じて、原発依存度を減らし、化石燃料依存度を抑制することを基本方針とし、これまでの広く多様な国民的議論を踏まえ、このなかに、なおかつ3つの柱ということで、「原発に依存しない社会の1日も早い実現」。ここに節電、再生可能エネルギー、エネルギーの安定供給ができて、そして「グリーンエネルギー革命の実現」の柱ができてきます。本来ならこのまま閣議決定されればよかったんですが、閣議決定されたのは、戦略を踏まえて関係自治体、関係自治体とは原発のある自治体、あるいは国際社会、アメリカとかですが、そういうところと議論して、国民の理解を得つつ、柔軟性をもって不断の検証と見直しを行いながら遂行するというような、簡単に言うと、対応方針のみを決めて戦略本体は参考文書の扱い、取り扱いとしては、やや中途半端な扱いになっています。そういう意味で、先程言いましたエネルギー基本計画がなかなか策定できないという現状になっています。こちらは、先週の金曜日（19日）、エネルギー環境会議が開かれて、実は戦略の進め方について、それぞれの実施、何をやっていくのかという内容について、これから決めて行きますと、工程表について議論されているのですが、基本的には原子力政策、あるいはグリーン政策大綱で、電力システム改革戦略、地球温暖化対策の計画、こうした戦略があるのですが、原発が動く時にこのエネルギー環境会議でオーソライズしましょうという工程になっています。エネルギー基本計画、おおもとなるものが入っていないのが、われわれとしましても、きついなという声です。ここまでがエネルギーの

現状ということです。

では、ここから再生可能エネルギーの話をしていただきます。北海道の現状を交えながら話をさせていただきたいと思います。再生可能エネルギーとは何かと言うことなんですが、「太陽光、風力、その他非化石エネルギー源のうち、エネルギー源として永続的に利用することができる」と認められるもの。具体的には、風力、太陽光、バイオマス、地熱といったものがあります。化石エネルギーと非化石エネルギーとがあって、非化石エネルギーのなかで、再生可能エネルギーとして、永続的に利用することが認められるもの。これは法律で決まっているもので、なおかつ再生可能エネルギーのなかに新エネルギー、一応これも法律で定義されているのですが、何があるかと言うと、太陽光、風力。こういったものを新エネルギーと総称しています。再生可能エネルギーの必要性、メリットなんですが、先程言いましたが、エネルギー自給率が4%しかないということで、これをもっと高めましょうと、まさに化石燃料、あるいは輸入依存を減らしましょうということで、再生可能エネルギーが必要。それから地球温暖化対策、CO<sub>2</sub>排出量が少ない。もう1つは環境関連産業の育成、あるいは国内産業の振興につながるんですが、新たな産業を創出してですね、地域経済、雇用創出にも貢献しましょうとのことで、太陽光発電がどんどん導入されれば、太陽光発電、モジュールが色々なところで開発が進んで、価格もどんどん下がってきているのですが、国内で再生可能エネルギーの導入がもっと進めば新たな分野も出てくるのかと。ただこの分野は国際競争の激しい分野なので、スピード感を持たなければならぬのかなと思います。

(スライドを示して)これが再生可能エネルギーの導入状況はどうなっているのかと言うことですが、2011年度の数字ですが、水力9%とそれ以外赤い部分ですが、これを合わせると1割くらい。水力を除くと1.4%しか再生可能エネルギーがないということになります。なんで導入が進まなかったかと言いますと、(図を指して)右側なんですが、コストの話なんですが、太陽光は30円Wh~45円と価格が高いと。右側が石油とかなんですが、それらと比べると再生可能エネルギーのコストが高いということになって、なかなか導入が進まなかった。それをもっと進めるために、実は7月1日に、再生可能エネルギーの固定価格買取制度、再エネ特別措置法が生まれています。これによって、まさに、再生可能エネルギー元年に、スタートにしましょうと言うことで、いろんな取組みをしているところです。

(図を指して)これは、革新的エネルギー・環境戦略として出てきましたが、2030年までに3000億kWh、3倍にしましょうと言う話なんですが、水力を除くと、8倍にしかないという話です。これは原発1基分120万kW相当なんですが、これと比較すると、住宅太陽光だと175万戸にスイッチしなければならぬとか、あるいはメガソーラー、

1000 kWh の発電量だと 5800 カ所に作らなければならないと、まさに原発 1 基分にも届かない。

RPS 法による再生可能エネルギーの電力供給量の推移ですが、2003 年度から RPS 制度を導入しているのですが、電力会社に一定量の再生可能エネルギーを使う、それは買取でもいいですし、電力会社が自ら発電してもいいですが、数量を決めて毎年数量を増やしていく、導入を進めましようと言うことです。実際にどんどん増えてきています。2009 年度から住宅用太陽光の余剰電力買取制度がスタートしており、この赤い部分がまさに住宅太陽光。これは一定期間、一定の価格で買い取るという制度があるのですが、これによって、どんどんこのように増えてきています。太陽光の推移なんですけど、3 年前は、これくらいだったのですが、3 年経つと 491 万 kW、100 万世帯突破したと言う、3 年間で出力が 591 万 kW、世帯で 100 万世帯。北海道はどうなっているかと言うと、2010 年度の発電電力量です、この中で再生可能エネルギーは 14.9%。よく見ると水力が 13.5%、残りは風力 1%、地熱 0.2%、太陽光 0.01%。まだまだ北海道も少ないという状況です。

(スライド) 太陽光発電とはどういうものか特徴とか課題を書いたものですが、(太陽電池を使って太陽光を直接電力に変えるシステムは) 全国どの地域でも導入できるかどうか、ほとんどメンテナンスが割と少なく済むとか、既存施設の屋根や壁などが利用できるため用地取得が不要とか。課題としては、天気によって発電出力が左右される、あるいは導入コストも高いとかが課題としてあります。下は、道内のどこになるかと、稚内で 5 メガ W、伊達に 1 メガ W ソーラーが稼働しています。稚内については、NEDO の実証研究で、実際に大量の太陽光発電をしたときにどういった影響があるか、それをどうやってコントロールするかと言う、なおかつ蓄電池を組み合わせたときどうなるかを実証研究したものです。22 年度までの 5 年間で、研究が終わった後、稚内市に譲渡しています(平成 23 年 3 月)。太陽光発電の住宅用なんですけど、太陽光発電の 8 割が住宅用になっています。北海道の全国シェアは 1.3% と小さいのですが、特徴として 1 件当たり平均設備容量は全国と比べると大きい、4.68kW。大きき的には全国 2 位で、北海道の場合は雪対策もあって若干コストが高いと言うこともあって、全国の中では導入が進んでいなかったのかなど。ただ余剰電力買取制度によって北海道も大幅に動いている状況です。あと、これは風力発電ですが、風があれば発電できるのですが、送電系統への系統連携に技術的制約が存在すると、やはり大量の電気が系統に入ったときに、周波数が変わるとか、電圧が変わるとか、これは製造業にとって大変なことですがモーターの回転に影響が出てくるとかが生じてくるのですが、その意味でここを何とかしなければならないというのがあります。北海道には、洋上風車、せたな町にあり規模的にはそれほど大きくはないのですが、あります。

これは苫前の例なんですけど、グリーンヒルウインドパークが 2 万 kW、稚内に宗谷ウインドパークがあり 5.7 万 kW で、正規ワットの風車が 57 基あります。風力発電の導入状況なんですけど、風車の数は 263 基、全国の中では 1 割強占めて、都道府県別で言うと青森に次いで全国 2 位となっています。北海道の特徴としては、平均設備利用率が 24.5%、全国平均が 20% 位なんですけど、北海道は非常に高いです。宗谷総合振興局では 32.3% とすごく高い、まさに風況がいいと言いますか、ポテンシャルが高い地域となっています。これは、経済産業局が 5 月に、買取制度が 7 月からスタートするにあたって、自治体、道内 179 市町村にアンケートしたもので、実際に自治体に開発計画や相談がきているかを調べてものです。メガソーラーで言えば 90 地点、推計出力規模で 30 万 kW、風力は 24 地点、推計出力規模で 100kW となっています。メガソーラーの分布状況ですが、十勝が多く、なぜかと言うと日射量が多い。日射量が多いのでここに集中しているということでありまして。風力については、紫が既設でブルーが計画なんですけど、実は既設はこの辺に多いんです。道北が非常にポテンシャルがあるということですが、何で計画が少ないかと言うと、都市部から離れているために、送電網が脆弱と言うことで、これ以上入らないことになっていることから計画が少ないという状況になっています。

これは大規模ダム水力発電ではなくて、出力が 1000kW 以下の中小水力発電ということで、これも、道内には 14 施設あります。これは、バイオマスなんですけど、バイオマスは発電とか熱利用ですとか色々利用できるのですが、バイオマスの形態が、木質系、農業残渣系、家畜排泄物、下水汚泥、食品廃棄物と色々あります。なおかつ用途も色々あり、マテリアル利用、エネルギー利用とあり、エネルギー利用には、気体燃料、液体燃料、固体燃料、さらに用途として、発電、熱、車などの輸送用燃料など色々な用途があるのがバイオマスの特徴です。これは実際に、バイオマスの導入事例なんですけど、木質系なんですけど、色々な所でバイオマス発電施設が設置されている例です。それからこれは地熱発電です。地下深くから汲み上げた蒸気で発電するシステムです。これが一番、CO<sub>2</sub> が少なく健康への影響がなく、設備利用率も 80% 位で、太陽光、風力と比べると非常に安定した発電なんですけど、課題としては、開発リスク、コストが高い、自然公園法の規制だとか、地元温泉事業者等との調整とか、色々な問題があって開発ができないということです。あとは、地中熱なんですけど、地中熱は 10~12℃ と安定していて、これを利用して、熱交換機を使うのですが、冬は暖房、あるいは夏場は冷房に使われる方もされています。それから北海道特有なんですけど、雪氷冷熱があります。これはまさに、雪とか氷を使っているものです。実際には冷水を循環させる、あるいは冷風を循環させる、氷とか雪の現物を、氷室ですが使われています。実際に、こういう施

設で農作物の貯蔵だとか、マンションで使われている例とか、札幌のモエレ沼で使われているとか、千歳空港も500m×200mの雪山を作って空港周囲の冷房に利用しています。ここまでは再生可能エネルギーに、北海道にどんなものがあるかの話だったのですが、ここから固定価格買取制度の話になります。7月にスタートした政府の話になります。簡単に言いますと、電力会社に対し、再生可能エネルギー発電事業者から、国が定めた調達価格・調達期間による電気の供給契約の申込みがあった場合には、応ずるよう義務づけたものです。対象になりますのは、太陽光、中小水力、風力、バイオマス、地熱、そして住宅用太陽光なんです。こう言った再生可能エネルギーを電力会社に売ります。その時の価格を国が定める期間、一定の期間、一定の価格で買い取ります。価格については、経済産業大臣が決定するんですが、その前に調達価格等算定委員会、委員については国会同意が必要ですが、ここの意見を踏まえて経済産業大臣が価格を決めますよと、買い取った電気を電力会社は電気の利用者に供給します。電気料金に合わせて賦課金というのを回収しています。実はこの賦課金を買取価格になっていくのですが、この賦課金についても国が決めています。いったん電力会社に入るのですが、費用負担調整機関が納付してそれぞれの電力会社の運用量に応じて再度分配を行います。再生可能エネルギー発電事業者が、電気会社に売るんですが、その時の設備認定、安定的に一定期間発電するので、ちゃんとしたメンテナンス体制ができていくかと言う様なところを含めて、国なりが設備認定を行う仕組みになっています。これがザックリですが固定価格買取制度の仕組みです。実際に価格と期間ですが、これはそれぞれにあるのですが、太陽光だったら、42円で20年間だとかですね、地熱だと27円で15年間だとか、決めています。これも色々な議論もあったのですが、価格が高いのじゃないかとか、決めるにあたっては建設費ですとか、ランニングコストをはじきながら出しています。なおかつ再生可能エネルギーの導入を増やすために3年間、IRR収益の部分ですが、これを高めにした価格になっています。3年間だけということなんですが、若干高めということもあって、今、設備認定とかどんどん出てきている状況です。こちらはバイオマスですが、バイオマスは種類によって、価格が40円から一番安い13円とかの状態になっています。先程言いました賦課金、電力の利用者に利用してもらう賦課金の話なんですが、今年度の負担水準については、標準家庭の場合で計算しているのですがや、電気の使用量300kWh、電気の料金約7000円払っている家庭で、約87円、既存設備買取分は66円なんですが、従来の太陽光の賦課金を入れて87円。kWh当たりの単価は0.22円。87円は全国平均で、北海道については75円。この違いは太陽光賦課金が全国それぞれなんで、この部分が、北海道の場合は住宅太陽光があまり普及していない所為もあって、小さい、75

円という全国最低の価格になっています。賦課金については、2012年の導入見込み（出力ベース）で、約250万kWhの量から単価を算出しています。スタート前に全戸配布した、ご家庭に配布したチラシで、8月分の電気料金から再生可能エネルギー賦課金のご負担をお願いしますというたって配布したチラシです。賦課金については、特例措置があります。特に、今日企業の方が多いのですが、大量の電気を消費する事業所、ここに対して、国が定める要件に該当する場合に、賦課金の減免措置があります。その基準が、まず1つは、原単位の対象基準、売上高千円当たりの電気使用量がどれくらいあるか、これに一定の倍数をかけるのですが、これが原単位で5.6以上ある。これは製造業、非製造業も一緒なんです。それと年間の使用量が100万kWhを超えているか、この2つの条件がクリアできれば、8割の減免ということになっています。これは、24年度の減免の認定状況なんです。7月からスタートしているんですが、6月18日から7月13日の約1か月間の間に申請を受付たて、24年度分については、全国では855事業者、1430事業所、道内では39事業者、46事業所、これは道内本社分なので、道外事業所を含めるとだいたい57事業所が認定になっています。どんな分野かと言うと、製造業が9割占めているんですが、鉄鋼、化学、非鉄金属といったところが多いです。非製造業でいうと、水道とか、熱供給、冷蔵倉庫、北海道は意外とここが、13事業所と多かったです。電気をすごい使うけど売上としてはあまり大きくはないというところが原単位が大きくなって対象になっているということです。25年度の減免認定については、実は平成24年11月1日から30日が申請受付期間になっているので、先程言ったように、原単位が5.6以上、それと年間の使用量が100万kWh以上、もし該当する企業の方がいらっしやったら、ぜひ申請、あるいは当局にご相談いただければと思います。これは(グラフを指して)、地域別の状況ですが、関東が一番多いです。本社所在地で認定申請するという事です。これは、業界別の状況で、製造業で言えば、鉄鋼、化学、非鉄金属、鋳造・熱処理といったものが減免を受けていると、後は非製造業。減免認定を受けると、事業者名・事業所名を公表することが条件になっています。既設の設備も買取の対象になりますが、その時は、補助金を使っている場合は補助金を除きますよとか、あるいはすでに運転をしている場合は除きますよということで、既設設備についても対象としています。後、これは実際にどれくらい入っているか、4月なので住宅用太陽光が大半で91.2万kWh。認定ベースでいうと178万kWhで、目標の250万kWhの半分以上を超えたという状況です。認定ベースなので、実際に発電されるというのはもう少し後になるのではないかとこの状況です。これは、北海道管内の状況なんです。9月末で、1,835件、出力で419.053kWを認定しています。見ていただきたいのは、太陽光1,831件、割合1.7なんで

すが、1000kw以上、メガソーラーについてなんです、件数は多くはないのですが、出力は289,922kwで、全国の4割を占めるくらい状況になっています。そういう意味では道内に広い土地が、あるということなのかも知れないのですが、ちょっとバブル状態に近いものがあるのかなと感じて、ここがすごい増えています。実際に運転するのは、24年度に27件、25年に17件、こういうような状況になっています。これは、先行しているヨーロッパの例なんです、ドイツ、スペインなんです、賦課金が増えているという話なんです、これはドルに直しているのですが、日本の場合、先程17円といったのですが、ドルに直すと月1ドルちょっとですと、ドイツは14ドル、日本の14倍です。ドイツは2000年くらいからスタートしているんですが、その頃は今の日本くらい水準だったんですが、10年経つと高くなっているというドイツの状況です。買取価格、賦課金は毎年見直すことになっているんですが、多分今後ですね、再生可能エネルギーが増えると賦課金も高くなっていくことが予想される場所です。買取制度については、経済産業省のホームページに詳しく出ていますので、ご関心があればこちらをご覧くださいと思います。

あと、課題の話なんです、大きく2つ問題があります。1つは系統の強化。それから規制の合理化の話。系統対策ということでは、バックアップ電源がいるとか、蓄電技術による不安定の解消とかがあるんですが、これは稚内です。蓄電池の例なんです、太陽光発電の出力変動なんです、蓄電池で調整して、赤いラインなんです、出力を一定化するような抑制をやっている事業です。もう1つは、道北は風況がいいという話をしたんですが、風況はいいんですが、送電網が脆弱で、ここの送電網の強化をしないと電気が入らないといった状況です。経済産業省、来年度の概算要求で、北海道・東北で風況のいいところを風力発電の重点整備地区と定め、まさに送電網強化をはかるということで、256億円を要求しています。民間事業者にまかせていると、進まないというのがありますし、電力会社がやるとそれが電力料金に反映されるということで、国が2分

の1補助して風況のいいところを促進しようということで予算要求している場所です。蓄電池についても、新規で180億円を要求しております、うまく蓄電池を使って系統安定化するような実証化をするということで要求しています。後もう1つ、規制の話なんです、例えば、メガソーラーにしても風力にしても。大規模な土地が必要になってきますので、農地法を変える、耕作放棄地を使えないかと、まさに立地規制があるんですが、その規制を緩和しましょうということ動いています。それから安全保安上の規制とか、系統の規制とか、色んな規制があるんですが、こういった規制の緩和にむけて動いている場所です。

あと、どんな支援策があるかということで、基本的には再生可能エネルギーをどんどん増やしましょうということなんです、補助金、研究開発、税制優遇といったものを総動員してやっていきたいと思います。ということで取り組んでいます。

これは住宅太陽光発電の補助金制度ですね。これは一般社団法人太陽光発電協会というところが出力に応じて、補助金を出していくということですね。後、独立型となっているのですが、系統に入れないもの、自家消費をする場合、補助金を出しますよという制度があります。今年度は応募は終わっていますので、来年度以降になります。減税の関係、固定資産税の軽減措置とか、これは融資制度ですね。こういったように、色んな補助金だとか、減税とか融資とかを総動員しながら進めて行こうということで、経済産業省は、来年度、再生可能エネルギー関連予算としては、24年度の約3倍の1,688億円を要求していくということです。このなかには、送電線の増強で250億円とか、あるいは蓄電池の実証に180億円とかが盛り込まれています。ここからはまさに予算の話なんで、ここはお時間のあるときにご覧いただければと思います。私からは以上です。ありがとうございます。

## 講演Ⅱ：「継続的な節電／省エネを“かしこく”進めるための着眼点」

### (一財)省エネルギーセンター

#### 省エネ人材育成本部育成事業部

課長 鈴木 伸隆 氏

みなさま、こんにちは。ただいまご紹介いただきました省エネルギーセンターの鈴木と申します。どうぞ、宜しくお願ひ致します。私の持ち時間は4時までということで、50分間お話をさせていただきます。継続的な節電、省エネをかしこく進めるための着眼点ということで、タイトルをつけさせていただきます。お時間も限られておりま

すので、ポイントを絞ってお話をさせていただくことになるかと思っております、お付き合いの程宜しくお願ひ致します。

さて、いろいろまとめさせていただいておりますが、今日、お話させていただくテーマは、主にこの10ポイントでございます。先程お話がありました、再生可能エネルギーとか、全体のエネルギー戦略という部分は、エネルギーの供給、多くのは供給側のつまり電気を起こすという側が多いのですが、こちらの話は、どちらかというと、みなさまの会社様もそうだと思いますが、いわゆる需要側、使う側が何を出来るのか、継続的な改善、あとは少しかしこくやりましょうということを表に出して、お話をすすめてい



きます。私なりに、話をまとめますと、こんなところをまとめてお話しさせていただければいいのかなと思ってひとつ一つお話をさせていただきたいと思います。

まずは、節電・省エネ4→6→3。田中賢介、金子誠、稲葉さんの4, 6, 3ではなくて、これは、私なりに勝手に作った造語でありまして、まず節電・省エネを継続的にやっていくにあたって、この4→6→3というキーワードをぜひ覚えて帰っていただきたいという意味で作らしていただいております。まず、4に相当するもの、それは節電と省エネに関する4つ原則をぜひ覚えて帰っていただきたいということでございます。節電の部分ですが、まずピークカットというのが大事です。これはこの夏とりわけ、認識をされたことかと思えますけれども、ピークカットの手段としてのピークシフト、ピーク部分を移動する、案外気がつかないところなんです、ベースカット。こちらでいうところの3番目になります。要するに、工場であれば生産量に関係なく、なぜだか工場で使われているエネルギーというのが必ずあるわけで、われわれはこれを固定エネルギーといたりします。いわば、だるま落としの一番下を引っこ抜くような感覚ですね。下が減れば上が減るでしょうという意味のベースカット。これも一般節電、及び省エネと共通な部分になりますね。もう1つは、節電に資する設備に取り替える、具体的にはチェンジという言い方にさせていただいております。一番典型的な例は、電気で動いている空調をガスに代えてみる。また国の補助金でガスリードポンプが出ておりますけど、あれも電気のヒートポンプからガスのヒートポンプに代えれば、当然電気で動いていた部分がなくなるわけですから、ピークカットになるでしょうという、そういうお話です。特に節電を強く意識した場合は、この4つが主な着眼点になると。ここで省エネと書いてありますが、あえて省エネとの接点を整理すると、省エネと節電の共通項は、ベース部を減らす、固定部を減らす。これは工場における省エネは特にそうですけど、固定部を減らすというのは、基本的な進め方ですから、このへんのところは共通項として、きっちりとやっていくのが望ましい。ある意味では、固定部を探すのが、省エネ・節電の定石ということをご理解いただけたらと思います。工場だけではないですね、ビル・建物なんかもそういうことになります。4, 6, 3, そのなかの6ですが、エネルギー管理のこれからを考えようと、私なりにまとめてみますと、6つの要素に分けられそうだと。先程の多田課長様の話と関連いたしますが、需要が少ない、みなさまのような会社様にとってエネルギー管理という観点から意識しないといけないポイントはこの6つであります。言うまでもありませんが、エネルギー価格の上昇、今後も再生可能エネルギーの話もそうですが、燃料費が上がっていく可能性が大いにありますから、省エネ、省コストはいままで通り、そしてこれからもだと思えます。加えて、ピークカット。大規模

な事業者様にとっては、省エネ法の改正がちらほら、漏れ出てきつつあります。テーマとしては、この部分になります。ピークカットを継続的にやる。夏冬、夏冬がヤマとありますが、この夏終わったから良かった。この冬大変だというだけではなく、夏冬、夏冬、これからもピークカットを継続的な改善の一部にちゃんと据えておくと、これからはエネルギー管理の一部としてやっていく必要があるのだと。温室効果ガス削減、これは最近、話が出てきませんが、これも決して忘れてはならないテーマであります。当然、温室効果ガス削減のための、これを切り口とした補助金とか、あるいは申請とかが以前としてあります。最近、ベストミックスという言い方よりエネルギーミックスのほうが使うことになると思いますが、先程の原料転換もそうですが、言い方を変えると、どのエネルギー源を使ってもっとも効率のいい設備、あるいは運転をするのかが、1つのポイントかなと思います。電気をガスに代えるだけがエネルギーミックスではありませんよと、ご理解いただきたいということです。

それから、再生可能エネルギーの活用、先程のご説明と非常に直接関係することになるわけですが、さらに言えば、蓄電池ですね。今年の7月6日だったと思いますけれども、経済産業省さんのホームページを見ますと、蓄電池戦略というのが出てきています。今日はエネルギー戦略の話が出てまいりましたが、あえて申し上げますと、蓄電池戦略というのが出てきています。宗谷のほうにあります風力の話で、NAS電池というのが出てきましたが、資料をもう1回資料を見直してください。だいたい導入コストがKWhあたり40,000円くらいということで、蓄電池のなかでは鉛蓄電池、すなわち車のバッテリーよりも安い。まして、日本ガイシという会社さんでしかこれは作れません。そういった意味で非常に有望な手法なわけですね。これは風力発電だけでなく、普段、工場なんかを運営されている会社さんにとってもピークカットを使えるわけです。再生可能エネルギー活用プラスアルファ蓄電池、メモでもしていただけたらと思います。それともうひとつこれが大事ですね、事業継続。今日お見えのお客さまはお役職を拝見させていただくと、ご経営者の方が多いように感じます。要するに、インフラとしてのエネルギー管理をどう見るかということです。蓄電池、リチウムイオン電池などもそうですが、エネルギーが来ないことの深刻さはヒシヒシと分かっているんじゃないかと思います。私は、普段、東京に住んでおりますけれども、計画停電、大変でしたよ。私の家では、実はなかったんですけど、私の奥さんの実家が計画停電あったんですけど、電気が2時間こないことの大変さ。家庭で大変なんですから、事業者さんにとって、この上ない問題ですよ。生産を止めなければいけない。その2時間だけ生産を止めればいいのかという話なわけではないのです。1日の操業の真ん中をぶった切られたら、1日使

えませんではシャレにならないわけですね。そうした時に、言い換えれば、エネルギーをどうやって確保していくかということですね。例えば、自家用発電機みたいなお話というのは当然重要なポイントになっていくのかと。この6つを意識していただいて、単純に、お金だけでエネルギーを見るというのは、これからはちょっと、適切ではないというか、もう少し広げて考えるべきだご理解いただけたらと思います。その中で、あらためてになりますけれども、この冬、デマンド監視をしっかりと、再徹底することは非常に重要なことだと思っております。この仕組みは、この夏を経験されて十分にご理解いただけているかとは思っておりますが、分かりにくければメモをしていただければと思います。キロワットアワーと単位で書いていただいて、そのアワーが0.5、30分。要するにその30分なら30分という時間のなかで、いかに電力の使用量を減らしていくか、それをピークの時間帯にどれだけ突き詰めてできるのか、それがデマンドが最大需要電力の抑制に直接貢献するということになるわけで、その理屈をしっかりとご理解いただきまして、要領よくやっていただくのが望ましいと思います。先程、ベストミックス、エネルギーミックスのところでも少し話させていただいたのが、ガスリードポンプの話ですね。ガスリードポンプですから、当然使うのは都市ガスか、LPGということになるかと思えます。コスト派フォーマスの善し悪しがあるかと思えますけれども、ピークを消すということであれば非常に有効な方法かなと思っております。ポイントは、今、申し上げたところでありまして、どう採算性をとっていくかということですね。勿論、支援策を活用していくということもございますが、燃料費の部分ですね。特にLPGの場合は結構値段が高いので、そのへんを踏まえた戦略が必要になってくるということになってきます。もうひとつは、是非、メモしていただくといいと思います。戦略的な話の中で、技術的な部分で言うと、経済産業省の省エネルギー対策課から出てきた資料なんですけど、昨年の震災、3月11日から約半月後に「省エネルギー技術戦略2011」というのが出ております。そこでは、この先の省エネ技術、これは勿論国際競争力という部分も含めて、こういうものを継承していこうと内容が出てきているのですが、その中で、出てきているのが「産業用ヒートポンプ」なんです。これは一体何かといいますと、空調のために使う非ヒートポンプではなくて、ヒートポンプの仕組みを使って、例えば、麺を作る食品工場があるとしたときに、今までボイラーで、茹でる工程をやり、冷却設備でしめる工程をやっていたのを、ヒートポンプを使って両方だせるわけですから、温かいのと冷たいのを一遍にやってしまう。冷却設備と同じだけのデマンドもしくはそれより低い設備を上手く使えばボイラーをほぼなくすことができるということです。そうすると、ある意味電気からガスの反対で、ガスなり重油をたい

て使っていたボイラーを実質的に消し去ることによって、トータルとして高効率なプロセスを作ることができる。ある意味、エネルギーミックスのもうひとつの着眼点として、高効率なプロセスをどうやって作っていくかということですね。省エネルギー技術戦略の中では、技術的な言葉ですが、エクセルギー損失最小化技術といます。こういったものを技術のなかに、あるいは省エネの手法の1つとして加えていくことが必要になってくるのかなと。

省エネルギーの部分の技術開発は重要な問題であって、戦略的にやらなければならない、あるいはその戦略によって上手くやっていくということも当然必要になっていくのかなと。そのために、意識しなければならないのは、くり返しになりますが、「技術的な選択肢」「エネルギー源を何にするか」電気なのかガスなのか、どっちがいいか。どっちかに代えるというのではなく、どっちがいいかを技術的な選択肢のひとつとしてよく考える。さらに、産業用ヒートポンプの場合、もうひとつの使い方として、排熱、もしくは、最近では右用エネルギーといますが、その右用エネルギーの有効活用。その方法として、ヒートポンプを活用していく。今、こんな動きになってきています。会社様の中では、活用できるものが出てきていると思いますので、それも頭の中に入れておいていただくといいかと。ご経営者の方であれば、これからは見せなければなりません。そういう意味で、需要側のエネルギー管理という観点で、これからの技術を少し知っていただくといいかと思えます。先程ご紹介した、事業の継続という観点での、緊急事態への対応ですね。昨年の6月15日に、環境マネジメントシステムのような感じですね。ISO14001が環境マネジメントシステムだとすると、ISO50001はエネルギーマネジメントシステムの国際化、昨年の6月15日に発行しております。そこには、実は運用管理のなかに、緊急事態、不測の事態を想定しています。エネルギー管理のなかに、あるいはエネルギーマネジメントのなかに、緊急事態は想定されています。国際規格として。この規格を取る取らないという問題ではなくて、エネルギー管理のなかに、緊急事態、不測の事態への対応を意識するということが国際規格のなかに入っているわけですから、皆さまの会社さんのなかであって、それとどう向き合っていくかをきっちり議論されてもいいんじゃないか。特に製造業になっては、計画停電や大規模停電に代表されるような問題にどう対処していくかということ、意識しなければいけない課題ではないかと思っております。その手段として、分散型電源を活用すると。再生可能エネルギーもひとつの方法かもしれませんが、例えば、自家用発電機、コージェネレーションですね。省エネルギー技術選択のなかにもコージェネレーションによる高効率化という話が出てきています。当然、重要な問題ですね。ただ単にピークカットに使うということではなくて、自立運転ができるよう

な仕組みを作って、緊急事態への対応をする、さらに言えば、これで出来た電気を電力会社へ売るなどといったことがあってもおかしくないと言うわけですね。その他、水道事業では、燃料電池はあり得ると思うんですよ。複製的に出てくる水素で燃料電池をまわす。コージェネレーションのように使う。これは、今日行政の方もいらっしゃると思いますので、水道事業、特に下水道事業をお持ちの会社さんにとって、燃料電池との付き合い方を少し考えたほうがいいですね。コージェネとして使える可能性があるということです。あと、その他諸々ということで、ご検討いただけたらと思います。

それから、4.6.3の3ですが、これは経営者の皆さまは意識しなければいけない問題ですね。エネルギー管理の3本柱ですね。姿勢、体制、目標です。経営者の省エネ、エネルギー管理に対して積極的な姿勢を見せない限り会社の省エネは進みません。いくら体制を作ったって、目標を作ったって、すべてを決めるのは経営者です。もっと言ってしまえば、先程の話からつなげて考えてみると、結局、自分の会社がエネルギーとどう向き合っていくか、こうあるべしというのは、やはり経営者が決めなければいけないですよ。戦略を決めないといけない。国全体のエネルギー戦略だけでなく、その会社にとってのエネルギー戦略というものをしっかり構築しなければいけない。そのために、ただ単にコストとして見るのか、インフラとして見るのか、色んな見方があるわけです。先程の、6つのマルを思い出してください。それぞれの会社には当然、企業としての経営戦略があるわけですから、経営戦略のなかに、エネルギー戦略をそれぞれの会社毎に入れていく。投資の仕方であったり組織の作り方をそういう角度から考えていく、これも非常に重要なポイントではないかと思えます。

さて、これから、チェックポイントの9つを限られた時間のなかで、お話をさせていただきたいと思えます。少し技術的な部分も含まれますが、そこはご了承ください。

2つ目、エネルギー使用状況の再把握。当然、現状把握はされていらっしゃる会社様も多いかと思えますので、この資料では、あえて、再把握としております。皆さんにご理解いただきたいのは、エネルギー使用量とは書いていないということです。よろしいですか。量の把握は当然やらなければならないことです。量を把握、燃料種別ですとか、1日とか時間ごとでやるとか、特に時間ごととは、デマンド監視とそっくりそのまま同じですから、30分単位で電力を見るとかそういうニュアンスでもそうですね。もちろん量を見ることは大事、これは当然。状況の把握とは、量以外のすべての状況です。すなわち、例えば、事業所内できちんとしたメンテナンスがされているのか、あるいは計測機器が壊れていないか、計測機器をちゃんとメンテナンスしているのかどうか、そういったことを含めた状況の把握です。私も、いろんな工場さん、ビル建物、会社さんを回

らせていただいております。だいたい、細かいエネルギーデータを見る前に省エネをやっているのかどうかは、すぐわかります、その状況の把握ができるから。だいたいのパターンは、工場という5Sが出来ていない会社で、省エネが進んでいる会社はないですね。整理、整頓、清掃、整備、しつけ。この基本的なことができていないで、省エネなんか絶対出来ない、出来ている会社は見たことがないです。ある意味、そこから襟を正すことがあってもいいかもしれない。さらに言えば、量把握だけでなく、そのエネルギーがどこへ流れているのか、これはエネルギーフローといいますけれども、こういったきちんとした整理をし、どこにどれだけ使われているのかをしっかりと把握するというのが大事です。さらに言えばそれらをきちっと作っていくにあたって、当然バックデータなり資料があるわけですね。その資料を整理しておく。電力会社やガス会社の伝票が整理されているのは、それは当たり前であって、エネルギーフローはもちろんのこと、多くの会社様が抜けているのはこのDのところですよ。機器リスト、機器仕様がない。あるいは図面がない、設計図面がない、設備の図面がない、建物の図面がない。図面があっても見せていただいても、その図面が古くて使えないのでは何にもならないですよ。そういったものを最新にしておく。あるいは設備台帳ですね。設備台帳には耐用年数というのが書いてあるわけですね。あるいは、減価償却をするわけです。財務台帳にちゃんと書いてあるはずなのに、なぜか整合がとれていない。そういう会社さんもしばしば見かける。何を申し上げたいかという、先程のエネルギーフローに関連しますけれども、100買ったエネルギーの、行き先が100分らないということです。簡単に言うと。もちろん、電気の損失というようなこともあります。それはどこかに消えていくということが特定できればいいわけです。特定できない行方不明エネルギーがあるという状態で、省エネやエネルギー管理ができないんです。そこをもう一回きちんと見直すということです。その見直す過程で、計測器がおかしいですとか、そういう状況の再把握が必要ですよということを、私は申し上げたいわけです。皆さんの会社さんはいかがですかということ。ですから、当然ながら、測定、計測という言い方でいいかと思いますが、どういう計測環境にあるか、データが全然取れません、でも省エネのネタを探したい、そうしたらある程度の計測が必要になってきます。ただし、闇雲に計測器を付けるのではなくて、自分の会社の身の丈にあった、ここでは5ステップとさせていただきますけれども、計測のあり方をしっかり考えておいていただければよろしいのではないかと。これは計測器を入れればいいのかというのではなく、入れ方があるということです。入れる順番、手順があるということを知っておいていただくとよろしいと思えます。それから今の話に関連しますが、やはり管理の穴というのが、どこの会社さんにもあるわけ

で、その穴をしっかり埋めていくということ。そのなかで  
どういうことを意識したらよろしいでしょうかということ  
を7つあげてみますと、こんなところになるわけですね。  
特に省エネという観点で、落ちているのは、3番目のエネ  
ルギー効率ですね。省エネ、省コストということでものご  
とを考えますと、とりあえず、量、お金。間違っていませ  
ん。間違っただけではないんですが、本当に高効率、あるいは  
エネルギーの使用の合理化を進めようと考えたら、やはり  
それぞれの設備の効率を管理するということをしっかり  
やらなければならないということです。ですから、例えば、  
北海道は特に重要なことですが、エネルギー効率の  
典型的な例は、ボイラー効率です。あるいは空調の効率の  
指標で COP というのがあります。成績計数といっています  
ね。計数で、評価指標で管理をきちっとされているかどう  
か。それはエネルギー消費原単位という管理指標だけでは  
なくて、いろいろな指標を組み合わせ、エネルギー管理  
をしていく。実はそういうやり方をしていくと、案外省エ  
ネのネタは出てきます。要するに、切り口を変えるのです。  
あるいは、切り口を複数化するんです。量で見ていると出  
てこないものが、原単位で見ると出てくる。あるいは、  
効率で見ると出てくる。原単位と効率はある意味では、逆  
数の関係にありますから、そんなに難しい話ではないので  
すけれども、しかし、案外基本的な省エネの世界において  
は基本的な管理の仕方というのが、あまりできていない。  
ですから、管理ですから、効率を管理するというのは定期  
的に効率を把握するということです。効率が落ちてきたら、  
何か問題が起きてくる。効率が下がった理由を探す。メン  
テナンスが足りないのか、機械の耐用年数なのか、あるいは、  
はたまた何らかのトラブルだったのか、そういったこと  
を把握して、つまらぬムダを消し去っていく。これが省  
エネにとって非常に重要なことになるわけですね。最近で  
は、特に意識していただきたい効率のシートが、発光効率  
というやつですね。これは是非覚えておくといいですよ。  
LEDを買うとき、必ず出てくる話です。これは1W当たり得  
られる、ルーメンという単位で、光の束ですね、大雑把な  
言い方をすると、光の全量。発光効率が小さい、消費電力  
が少ないけれども、発光効率が小さいということは、その  
LEDに変えた瞬間に、今までより部屋が暗くなるという  
ことがあり得るんですね。発光効率がよくない、つまり量  
だけ見ていると、今みたいな問題が起こるんですが、発光  
効率をみれば機械の選び方が変わるんですよ。ある意味  
では、効率の良い商品の投資ができるというわけです。こ  
ういうことは是非、覚えておいていただくといいと思いま  
す。ある意味では、省エネになるか、エネルギー効率がよ  
くなったかどうか、評価、その評価の妥当性ということ  
を意識しなければいけません。妥当性な評価のやり方とい  
うのを覚えていただくとうよろしいかと思えます。特に  
省エネの場合は、出来たら毎日毎日データをとって、前  
の日と比較して

あげる、毎月、毎年と比較してあげるというこまめな比較  
管理、デマンド監視がいい例です。外気温が同じで、天  
気が同じで、なのに、今日は、この間の日よりデマ  
ンドが高いんだらうと、おかしいな、そのおかしいな  
に問題点が出てくるわけです。おかしいな気づかないと、  
決して上手な節電や、省エネができないですね。気が  
ついたら、超えていた、来年は契約を見直してくださ  
いと言われて。もったいないコスト増になるわけです。  
基本料金が上がるわけですから。そういったところが  
地道に需要側がしっかりとやっていくということ。そ  
れで下がるところがいっぱいあるんだということをご理  
解いただいたほうがいいと思います。ですからこんな  
比較管理表を作ってあげる。(スライドを指して)左側  
が電力量の比較、右側はガス量の比較、2006年、ち  
よっと古いですが、2006年の8月と2007年の8月  
の、1日当たりの使用電力量を入れられるように欄を  
作っておいて、前のとときと比較して、これちよつ  
としたノウハウなんですね。日付ずれていると思う  
わけですが、曜日があっていることがミソなんす  
ね。何ですかという、比較対象がなるべく揃うよ  
うにしたいからです。先程、申し上げたように、同  
じ気温で同じ天気で、同じ湿度で。比較対象が違  
うものを比較しても何もなりません。だから評価  
の妥当性を考えないといけないわけですよ。比較  
対象が違うものを一生懸命比較して、省エネにな  
りましたといっても、それは違います。毎年の生  
産量が凸凹しているのに、あるトップ生産量が  
大きい年を基準年にして、その基準年から比  
べて、CO<sub>2</sub>が20%減りました。といっても、そ  
れは、ただの数字のマジックです。環境保護報  
告書を見ると、そういう会社様もチラホラござ  
います。言葉は悪いですが、それはインチキ  
です。そういう評価のやり方は会社にとって  
は何の利益にもならないんです。皆さまの  
会社にとって利益になるためには、経営者  
であれ、現場の方であれみんな同じこと  
が言えますが、どうやって適切な評価  
をしていくのか、エネルギーに関して  
ですね。ここのところをしっかりと  
考えなければいけないということ  
になります。ですから、比較対象  
をちゃんと揃えるために、ど  
うしたらいいか。これは典型的  
な例ですが、これがもし空調  
だったとしたら、月の平均気  
温があまりにもくるところ  
では比較対象が出来ない  
ですよ。

(主要9都市の月平均気温の図)2007年と2008年の例  
えば、7月の札幌の平均気温を比較しようと、7月の  
札幌の平均気温19.6℃、2008年で21.4℃。約2℃  
違う。2℃違うところで、前の年と比較して、増  
えた減ったの議論はできないんです。ビル・建  
物のエネルギーの半分は空調です。影響度、50%  
です。許容度といってもいいです。これだけの  
外らんがある状態で、これを比較してはいけ  
ない。どうやって比較するかという、結構む  
ずかしい。条件をいかに揃えるかがポイント。  
揃えられれば比較はできるということ  
です。

それから先程、ちょっと話が出てきましたが、効率を管理できるとすると、当然、性能劣化を管理、特に省エネの計測をされる会社様には、よく言うんですね。計測をしようというときに、エネルギーの使用量を取れといったって、省エネになんないではないか。そんなことはありません。状況を把握できのはもちろんのこと、先程の話からもわかるように案件も出てきますし、なによりも計画で運転できる、つまりどういうことかという、その機械が持っている性能を出来る限り活かして高効率な運転をやっていく。言い換えると、性能劣化を管理することによって、計画運転の時間を出来る限り確保していく、これがある意味でムダのない高効率なエネルギーの使い方ということになるわけですね。後は、先程も申し上げましたように、現場です。エネルギーデータに頼りすぎると、こういう起こすんですよ。計測器の故障している。ありますよ本当に。何十万リットルもエネルギーを使っているような会社様でも、圧力計を見ると、叩こうが殴ろうがピクリとも針が動かない。そのデータを採用しても何の意味もない。当然、計測器はちゃんと動いている状態でなければ、データの確からしさは見えなわけですよ。だからこそ、現場へ行って、計測環境がちゃんと揃えられているかときっちり確認しないといけない。これは現場の方だけでなく、経営者の方も含めて、現場の確認は必須です。省エネにとって現場へ行くのは必須の事項です。エネルギー管理に現場を知らないということはない。現場を知っていて、エネルギー管理です。

それから節電という観点を特に強く申し上げますと、節電はある意味では、この先、30分の使用電気の予測するわけですから、デマンドを超えない様に、シミュレートできるに越したことはないわけですね。幸いにして省エネ技術センターのホームページでは、ビル・建物を管理されているような組織の方にとっては、節電対策シミュレーションがあります。ちなみに、夏だけでなく冬もできます。北海道にあっては、冬の省エネのネタはあまりないのですが、限られたネタの範囲のなかでこうしてシミュレーションしていくことは非常にいいことです。それでだいたいどれくらいの節電が可能なのか、是非、事前に考えていくということですね。目標を立ててエイヤーでやるのではなく、目標を立てる段階で、どれくらい下げられるのかということ把握しておくということですね。で、これは思ったよりいかないぞと思ったら、行く方法を考えたらい、特に後ほどご説明いたしますけれども、北海道にあって一番おそらく節電に効くであろうポイントはやはり照明です。空調は蒸気で空調をやっている会社さん、つまり電気を使っていない会社さんが多いので、あまり有効ではないかなと、私自身思っています。照明はどこの会社さんもありますし、特に東京に比べると、この時期はまだいいんですが、わりと東側にあるので、要するに業務時間中に暗く

なってしまうんですね。夕方に照明の電力を使いがちになりますので、そういう意味で、照明のエネルギーは結構重要な省エネ、あるいは節電のポイントになるのかなと思います。これは後ほど簡単にご説明いたします。シミュレータの使い方はいろいろ書いてありますが、1つだけ覚えて帰っていただきたいのが、結局のところすでにご説明したように、建物情報というの出なければいけない。建物情報というのはなんですかという、例えば熱源設備がいくつありますかとか、エネルギー使用量がどれくらいありますかとかという話です。つまりエネルギーの使用状況がちゃんと分かっていないと、シミュレーションできませんという話です。シミュレーションは出来るのですが、何が問題かわからないのが省エネの一番の課題です、問題です。ですから何が問題かわかるようにするためには、エネルギーの使用状況がきちっとわかっているかどうか。とにかく、チェックポイントの2のところ、すべてのヤマになります。で、こんな感じで、どれくらい現状に対して選んだ選択の結果、どれくらいデマンドが下がりますねというのを予測してくれる。これをめざしてやればいわけです。で、思った通りになるのであれば、いやまで出来る、あるいはならないんだったら何か問題があるんじゃないかというのを、予測管理していくことですよ。結果で見るとではないんです。デマンド管理は結果、節電は結果管理ではありません。予測管理が上手い節電管理のやり方です。そういった分析をきちっとしていくことが大事です。すなわち、データを取るだけでなく、データをいかに情報にしていくか、具多的にはグラフに代表されるように2次元化を上手くやっていくかということが非常に重要なポイントです。で、特に工場にあっては、これは統計学分析ですが、いわゆる回帰分析。横軸に生産量、縦軸にエネルギーの使用量をとってのグラフですから、この2つのデータを、例えば、日々比較管理でしたら毎日取っておく、その取っておいたデータをエクセルの分析ツールを使って回帰分析をかけると、きれいに線にできます。工場の場合は、直線になります。これは回帰直線といいます。平均線と思っていただいてもいいと思います。平均的な操業状態、そうすると、Bのところにあるはずれ値、はずれ値ってなに、何か問題が起こっているところ。では、この問題はなに？これを原単位で管理していると、つまり生産量を分母にして、エネルギーの使用量を分子にした割り算の答えだけを見ていると、絶対このBという問題はできません。原単位は絶対にいいので、生産量が多いときは、原単位はよくなりますから。でも、この外れ値に気がつくと、この外れ値の問題をつぶしにいきますと、このBの位置を平均値以下にします。当然ながらエネルギーの使用量をこの時間に比べると遙かに少量になりますから、この分母を下げられれば、結局のところ、エネルギーの総量の原単位も上手く下がるのです。だからそうしたきちんとした分析をして

あげるといいですね。これは技術にお詳しくない方にとっても、回帰分析は難しいことではないです。縦軸に売上を立てて、分析をされて経営管理されている会社があると思います。別に難しいことはしていません。ただエネルギーを切り口にしていただけです。同じことを、つまり経営でやられている経営者の方は、経営でやられている仕掛け、あるいは仕組み、あるいは手法をエネルギーにあてがってやれば、けっこういろんなネタは出てくるということです。ですから、それらの分析を先程のエネルギーフローじゃありませんけれど、それぞれの部門、それぞれの工程、それぞれの製品に、ブレークダウンしていく。バラバラにして変換をしてあげると、あれこれおかしいぞと細かく細かく見えてくるわけです。これが一般の分析です。

(ボイラの設備の原単位の把握の画面) ボイラ設備の原単位は、ボイラの生産量を分母にとって、燃料使用量が分子、つまり生産量当たりの燃料使用量を見ていく。さらに言えば蒸気量というもので、原単位をさらに分解するんです。生産部門にとって必要なのは蒸気量ですから、生産分の蒸気量という、この原単位で管理します。実際のUTC部門の人はこっちを見ると、こうすることによって生産部門とボイラ(UTC)部門それぞれの部門でエネルギー管理ができるようになりますので、これを積み重ねていけば、管理できるようになる。定量的な客観的な数字で、印象論ではなくてきちっとした数字で管理していくということです。分析というのはそれがミソですから、そのための条件設定をきちっとやってあげれば問題点は必ず出てくるはずだということをお話申し上げておきます。それら分析の方法としては、一般的に省エネルギーセンターが使っているのは、QC7つ道具といわれているものです。この7つ道具とは、ここのことです。私どものホームページを見ていただくと、おそらく7つのどれかの図で、エネルギー分析をしています。QCはクオリティコントロールですね、品質管理の手法、いわゆるデミング博士の話ですけど、あれで出てきた手法を組み合わせているだけで、省エネルギーセンターにしても、そんなに難しいことを実はやっていない。ただそれに気がついた人は頭がいいと思うんですけどね。ですから、例えば典型的な例はチェックシート。省エネアイデア発掘シート、工程ごとにマトリックスを取ってあげて、きめる、やめる、なおす、さげる、わかる、かえる、ひろう。これでディスカッションしてあげたらいいわけです。いや、あれ止められるんじゃないのという話を現場でいろいろやったりということなんですね。あるいは、フィッシュボーンなんていいますが、特性要因図なんてものを使ってあげて、照明は全灯運用になっている。例えば、この冬節電が必要な状況においてこういう問題をどうやって解決したらいいんだ。例えば、これは着眼点が4つハッキリしているんですね。人、設備、運用、安全。この4つの着眼点から何かできるのか。なぜできないのか、な

ぜ、なぜ、なぜ、で洗い出せばいいわけですよ。特に安全というもの、北海道の冬の節電というものにおいて、照明に注意していただきたいのは、この安全です。著しく安全を阻害するところまでは説明する必要はないと思います。それは止めた方がいいです。節電のために、労災の申請が増えましたなんて、そんな馬鹿馬鹿しいことはやるべきじゃないですね。現実にあったんですよ、そう言う会社様が。去年の夏東京で。因みにこの場合の対策の立案のポイントですけれど、実際の事例なんですけど、普段ここは見ているんですけれど、照明の省エネにあたっては、お覚えておいてください。安全性、実現性。これはお金の部分もありますが、特に安全。安全第一です。これはもうはっきりしていますね。これは安全を阻害して、何か事故を起こして、会社が潰れるという、そんな馬鹿馬鹿しいことはやるべきではないですよ。ということで、安全第一で節電照明に取り組んでいただきたいということでございます。その照明の省エネの推進ということで、フローをまとめました。案外、落としがちなのが、照明熱負荷の低減ですね。簡単に言うと、照明器具というのは熱を発しているのですね、実はその熱が空調負荷になっているということです。ですからこれはなかなかむずかしいことなんですけど、間引きをしますね、照明の点灯数が減るじゃないですか、そうすると照明から得られる発熱が小さくなって場合によっては、空調の負荷が、特に暖房の負荷が上がる可能性があります。ですから、これはある程度トレードオフの方がいいということなんですね。どっちが得なのかテストできるのがいいかと思います。ただ基本的には、北海道において空調を電気以外でやらせている会社様にとっては、有効な方法かなと思います。因みに、照明のエネルギー管理というのを参考までに見ておいていただきたいのは、過剰な照度でないか。これは覚えて帰ってください。照度が過剰でないか。あるいはちゃんとお掃除しているか。あとLEDとどう付き合うか。この3つを考えていただくといいと思います。特に、照度基準なるものが国によって定められています。労働安全衛生規則。あるいはJISの規格で照度がちゃんと示されています。JISでは、オフィスビルとか普通の作業所ではだいたい750ルクスでやってくださいと、その750ルクスの範囲は500~1000ですと言っていますので、極論すれば500でいいということに。750ルクスで設計されているオフィスであれば、3分の1間引きすれば大丈夫ということ、間引きすれば安全上は問題ないということです。ただしご年齢によって明るさの感じ方も当然ちがいます。ですから、むしろ間引きをする代わりに、ご年配の方には手もと照明を用意してあげる、タスクアンビエントなんて言い方しますけども、そういった配慮はしていただいた方がいいと、なんでそんなのをつけたら余計エネルギー食うんではないかと、全体照明より局所照明のほうが絶対省エネです。これハッキリしています。特に偏

光源という、LED がいい例ですが、「明るさは距離の二乗に反比例です」。距離が半分になると手元の明るさは4倍になります。距離が倍になると、4分の1暗くなってしまいます。ということは、手元を明るくすることは、照明は近くにこしたことはないわけですね。そうすれば、少ない電力の照明器具で十分明るさを取れるという。そういう必要がある方にはそう言う配慮をしていただいた上で、照度を下げて上手に節電をやっていただくということが、上手い省エネのやり方です。保守性のところは、蛍光灯の反射板が汚れている会社さんが多いので、きれいに掃除しましょうということです。今日はそれぐらいにしておきます。

それから変わらない省エネ改善手法。照明の省エネのネックはほとんどが設備導入に関してです。ここはなかなか悩ましい所です。だいぶLEDが安くなってきていますので、上手く工夫していただけるといいかなと。最近、器具1個1万円切ってきましたかね。これも24ワット相当型と40ワット相当型とがあります。LED採用の注意点は是非、カタログ、仕様書を見てください、スペックを見てください。因みに、照明の省エネは意識づけになります。意識付けを狙ってトヨタさんなんかは省エネをやっています。ですから、継続的な改善を進めていくための、賢く進めるためのコツとしては、照明の省エネはテコにして、実際の効果を狙いながら、定量的な効果も当然狙いながら、定性的な、つまり心理的な感性に訴えるような効果を狙って、省エネのやる気を出して、みんなでやりましょうという雰囲気づくりをして、ドンとやっていくわけですね。トヨタさんはそういうことを初めから考えて省エネ活動をやっています。賢いですね。数字は当然大事、定性的なことはちゃんと頭に入れてやる。定量的な部分、定性的な部分、あるいは感性に訴えるとか、上手い組み合わせが賢い省エネのカギではないかなと思っています。ですから、空調なんかがいい例ですね。温度ばかり下げると苦しいから、上手く湿度をコントロールしてあげる。身体で感じる暖かさ、実際の温度は違うわけですが、湿度によって。そういったことも上手く考えてあげて、自分にとって暖かいと思えばいいと言う割り切り方から、省エネの手法を考えるということもあるんだと覚えておいてください。因みに、LED照明採用の注意点は、先程紹介したルーベンパーワットです。発光効率の書いていない会社さんの製品は怪しいですね。私だったら買いません。因みに、LEDは、蛍光灯型のLEDには新しい規格が出来ていて、省エネエネルギー技術センターにも出てきているのですが、国際標準化への動きがLEDにはございますので、それを待って採用するというような慎重なやり方もあっていいのかも知れません。

今、この口金の規格が、しかもJISでない、業界団体の規格として存在するのみです。したがって、JIS規格として、製品毎に把握することができない。現状の直管形LEDの現状です。試験の規格もちゃんとないわけですから、カタロ

グで人を信用するしかないので余計スペックを見て、これ大丈夫とメーカーさんに聞きながら導入しないとえらいことになりますよという話ですね。当然ながら、JIS規格がちゃんと制定されたものについては、逆に言えば新たな技術としてどんどん活用していくのがあっていいのではないかということですね。

これは来年の夏を踏まえて、屋根用高日反射率塗料を採用してみたらどうでしょうということです。太陽光から出てくる赤外線が建物に当たると、その赤外線分が空調の負荷になっていきます。赤外線分だけです、空調の負荷になるのは。これを高日反射率塗料を使って、赤外線をはじいてあげることで、室内の熱をカットしてあげる。というような技術があって、これの製品JIS規格が昨年出来ました。多分、来年くらいにJIS適合という製品が買えると思います。中長期的にみて、塗るだけですから、工場のように屋根が広いところは考えていただくといいかも知れません。後はですね、先程の多田様からのご説明がありましたが、上手く支援策を使う。補助制度を上手く使うということです。因みに申し上げたいのは、「補助金、ふ〜ん」といつて帰らないでくださいね。北海道経済産業局さんが、実施される説明会があったりします。説明会には必ずちゃんと行きましょう。インターネット見てわかるぐらいだったら、説明はやりませんから。現場行って、いろんな質問を聞いて、そういう悩みが他社さんにはあるんだなと。そこを知ることには意義があります。そこが補助金を上手く使うカギだったりします。そういうことに気がつかないというのはある意味賢くない。意外と泥臭いことが賢かったりします。ですから、賢くやるという意味では、補助金ということだけでなく、もちろん補助金ではあるんですが、ものを買うときに、ただ単にものを買うのではなく、リースを使う。キーワードで言うと、「所有から利用へ」という感覚なんですね。買うんじゃなくて、使うんです。こういうやり方、例えば、照明、LEDがいい例ですけども、最近そういうビジネスモデルが出ていますので、そういったものに上手く乗るということも賢いやり方です。

そして最後、省エネ推進とのバランス感覚。皆さまの会社様にとって、省エネはどのような位置づけになりますか。人でやるものですか、システムでやるものですか、ドンドンやります。前進的にやります。イークリネット、色々な考え方あるかと思いますが、自分の会社にあったやり方というのがありますが、そこにあまり偏り過ぎてしまうと、必ず落伍者が出てきしまいます。会社全体でみんながついていけるようなやり方、会社全体でやるときはそうした配慮が必要です。ド〜んと言わなければいけないのですが、ド〜んといった瞬間、ひとが動かなくなるという会社もあります。ド〜んと言えだけの仕組みと土壌と、そして資源。具体的に言って、人、モノ、金をちゃんと用意して、もっと言うと時間もちゃんと用意して、上手な省エネ推進



を進めていただくのが望ましいのではないかなと、それが継続的に省エネ推進を進めるための賢さであり、賢くやる根拠ではないかなと思っております。

参考までに、批判的思考、実は敵は自分かも知れない。これは私が常に思っていることです。省エネ推進の担い手として自分は、詳しいんだと。思っているとそこが落とし穴かもしれない。技術者の方々に多いのがそういうことです。自信が過信になってしまうということです。必ず自問

自答して、批判的ですが、まだまだネタはある、常に、前進。常に、成長。そういったことを意識しながら、精進を進めていけば幸いです。

私の話は以上とさせていただきます。ご静聴いただきまして、ありがとうございます。

### 講演Ⅲ：「企業における技術革新と省エネルギー活動

#### ～省エネ技術開発事例と省エネ診断活用事例～

##### (公財)室蘭テクノセンター

総括アドバイザー 安澤 典男 氏

ご紹介いただきました室蘭テクノセンターの安澤です。宜しくお願いいたします。本日の講演は、技術革新に繋がった省エネルギー技術開発事例と、省エネルギー活動に繋がった省エネ診断事例について、紹介させていただきます。今日お話する内容は、まず技術開発事例として、革新的要素技術開発、工程の連続化・簡省略技術開発、それと最適化技術開発の3つの視点から、その背景・目的、それからどのような観点で開発したか、技術の特徴や具体的な実施内容を説明させていただきます。また、省エネルギー診断事例の方は、この4年間で実施した15社の事例について、主要な省エネ項目と、省エネ対策の実施状況、それから受診した企業さんの感想などを紹介させていただきます。

まず、はじめに、省エネ対策の具体的な計画と実施ということで、ここではその手順を示す概念図で説明します(スライドを示す)。先程もお話でしたが、省エネ対策には順番があるということです。簡単に説明しますと、まず、工程単位、あるいは設備単位で、エネルギーの使用量を計測する。次にエネルギー消費原単位で整理し、対前年度と比較する。あるいは、同業他社と比較して目標を設定することが重要となります。具体的には、速効性のある操業管理や設備のメンテナンスを徹底して行い、ムダを排除することが第一にやるべきことです。その後、排熱回収やインバータ等の省エネ設備を導入する。さらには高効率設備の導入等を検討することになります。その先の省エネ対策となりますと、技術開発によるブレークスルーが必要ということです。今日はこの技術開発事例を9件ご紹介したいと思います。

最初は、新日鉄の新規事業として取り組んだ「泡式石油ストーブの開発」です。これは石油ストーブを北海道で作りたいと言うことでテーマに取り組み、繰り返し実験と、理論解析を積み重ねて生まれたものです。従来の燃焼技術の一つである液面燃焼は、気液界面積が小さく燃料蒸気と空気の混合が十分でないまま燃焼されるので、燃料蒸気と空気の混合が燃焼を律速します。従って点火後、暖かくな

るまで時間がかり、煤や臭いが発生するという問題がありました。また噴霧燃焼は、燃料を霧化した時の液滴径が不均一になり、局部過熱によるNO<sub>x</sub>の問題や燃焼量の変動範囲が小さいという課題がありました。そこで、これらの課題を解決するためには気液界面積の増加と、燃料蒸気と燃焼用空気の均質化が最も重要と考えまして、この両方を満足させる燃焼技術として、燃料を一旦泡にして燃焼させるという全く新しい気泡分散燃焼技術を発想しました。燃料を泡にしますと気液界面積が飛躍的に増加し、燃料の蒸発速度が大幅に促進します。これはビーカーに入れた灯油でその状況を比較したものです。灯油を泡にしますと容易に着火して燃焼が継続します。泡式石油ストーブは、多孔質フィルター上に溜めた灯油に完全燃焼に必要な理論空気量の数パーセントの空気を供給し、灯油を泡にして着火し2次空気で完全燃焼させます。これは実験研究に使用した試作器で、燃焼特性を把握するための観察窓や測定口が付いています。これが観察窓から見た灯油の泡です。商品化した泡式石油ストーブは、即暖、無臭、火力調整に優れたもので省エネ率30%を達成し、通産大臣賞を受賞しました。

次の事例は「液体燃料の気泡分散予混合燃焼技術の開発」です。これは、先程の気泡分散燃焼を工業用バーナに使用したいというニーズに応えたものです。泡式石油ストーブは、多孔質フィルター上に灯油を溜めて燃焼させるので、工業用バーナに要求される横向きや下向きで使用することができませんでした。そこで、理論空気量以上の空気を多孔質フィルター上流側から送り、同時に燃料をノズルから噴霧して供給し、多孔質フィルターの下流側に生成する気泡燃料を燃焼させるという新しい気泡分散予混合燃焼を考えました。この方式は、気泡燃料に着火しますと火炎が形成され、その火炎が気泡燃料を蒸発させ泡中の空気と均質に混合した状態で燃焼が継続されます。この気泡分散予混合燃焼は、燃料を燃焼器に溜めることなく燃焼できますので、バーナを上向き、横向き、下向きにしてもこのように安定燃焼するのが特徴です。ここで供給される空気量は、泡の生成と完全燃焼に必要な量を確保しており、空気比1.05～1.1で完全燃焼できます。現在、この「気泡分散予混合燃焼バーナ」を給湯器に搭載し製品化するべく開発中でございます。

次は「無動力集塵装置の開発」です。これは、鉄鉱石や石炭等の粉体を船から荷揚げするアンローダホップの集塵技術開発です。船倉の鉄鉱石等をバケットで掴みとり、陸上のアンローダホップに落としますと大量の粉塵が発生します。従来、このような設備への環境対策は、ファンで吸引しバグフィルターで除塵する方法が一般的でしたが、設備費が高くメンテナンスが大変という問題があり、ここに全く新しい集塵技術開発が必要となりました。そこでまず、発塵の現象解明を試みました。発塵箇所は大きく2つありまして、1つはバケットとホップ間で鉱石等粉体の落下過程で横風で発塵する1次飛散、もう一つは、ホップに落下した鉄鉱石等の粉体がホップ底部で反転し、ホップ上部から系外へ飛び出す2次飛散です。この2次飛散量が1次飛散に比べて圧倒的に多いことを確認しました。そこで2次飛散を減少させる方法を検討し、2次飛散が落下粉体とホップ内の体積置換等によってホップ内の壁面流として粉塵が系外に飛び出すことに気づきまして、この壁面流を安定して系内に留める渦流式防塵フード装置を発想しました。このフードは、2次飛散量の全てを包囲する容積を有し、その内部は案内ガイドで上昇流を反転させ、粉塵を除去した後の空気を系外に出す流路を確保するようにしました。また、除塵された粉塵はホップ内に戻っています。実際の研究開発は、実機の1/10スケールの模型実験で行いましたので、スケールアップするための相似則理論の構築に苦労しました。これが渦流式防塵フードを設置した実機設備です。従来法との比較で、設備費10分の1以下、ランニングコストゼロ、メンテナンスフリーを実現しました。現在までに17機、実用化されております。

次は「フレキシブルコンテナバッグの無動力集塵装置の開発」です。従来のフレキシブルコンテナバッグから粉体を取り出す際の粉塵対策は、吸引ファンとバグフィルタの乾式集塵でした。また、この際の作業は、クレーン運転とフレキシブルコンテナバッグ底を開袋する人の2名で行っていました。本開発では、粉塵対策に先程の渦流式防塵フードを採用し、作業者2名を1名にする省力化対策は、ホップ下部に上向切断刃を設置し、そこへフレキシブルコンテナバッグを落下させ、自重でバッグ底を開袋する方法を具現化しました。具体的には、ここにフレキシブルコンテナバッグを載せ、ストッパーを外してホップ内へ落下させ、上向刃で切断・開袋する。その後、フレキシブルコンテナバッグを引き揚げる際に発生する粉塵は、上向刃の内側に設置した分配コーンで効果的に渦流フード内へ導かれるので、従来法と遜色ない集塵技術を確立すると共に省力化も達成しました。この時の設備費は、市販品の3分の1で実用化できました。

これからは鉄鋼業での技術開発事例です。最初は、世界初の「フリーカタナリー方式新型連続焼鈍炉の開発」で

す。これはクロム系ステンレス焼鈍を従来のバッチ式から連続式にした開発です。ここで焼鈍とは金属を柔らかく粘り強くする熱処理のことです。この炉の特徴は、表面疵の原因となる炉内ハースロールを省略し、フリーカタナリー形状で連続焼鈍を可能にしたこと、炉内仕切壁で加熱帯と均熱帯に分け、目標のヒートパターンを満足させる技術を開発したことです。焼鈍温度は1000℃ですのでステンレス・ストリップの弾性がなくなり、カタナリー形状、即ち鎖を吊したような状態になります。ストリップのライン速度は、カタナリーの下端位置を検出してテンションリールやペイオフリールで制御しています。この技術開発は、実機の1/3スケール実験炉で諸特性を明確にして、実験データから実機の基本設計を行い、ハード設計・製作は、熱処理炉メーカーに依頼して実用化したものです。従来のBAF焼鈍炉と比較して、省エネ効果は17万kcal/tを確認しました。

次は「棒鋼直接表面焼入技術の開発」です。これは従来、オフラインで行っていた焼入焼戻の熱処理を、棒鋼工場のインラインで製造する技術です。この技術は（図を示しながら）熱間圧延後の鋼材をクーリングトラフで急冷し、鋼材表面からの焼入れ、焼戻し深さを自在にコントロールする制御冷却技術を開発し、低温鉄筋棒鋼の製造技術を確立したものです。具体的には仕上げ圧延後の#1, 2冷却装置に14個のクーラントを配置し、冷却能力向上、均一冷却技術の開発、冷却過程における棒鋼の半径方向組織変化を考慮した温度計算モデルを開発しました。また、材質予測の品質コントロールファクターとして、測定点Cの復熱温度を考えて、工程能力を加味した操業条件の決定モデルや冷却装置の出口温度決定モデル等を開発しました。これによる効果は、従来のオフライン焼入・焼戻し熱処理に比べて、圧延鋼材の顕熱を利用するインライン熱処理ですから、約60万kcal/tの省エネになりました。

次は「棒線材の制御圧延制御冷却の設備技術開発」です。これは従来、二次加工メーカーなどが行っていたオフライン軟質化焼鈍を簡略化したもので、材料研究者の研究成果を実用化した典型例です。一般に研究者は自分が考えた温度条件などで研究成果を発表します。しかし、その成果をそのまま工場が受け入れるケースは少ないということです。そこで、プロセス技術者は、研究者の成果が工場で実現できるかについてシミュレーションし、現場と研究条件の差を明確にして研究者にフィードバックします。そこで材料研究者は、シミュレーション結果を基に現実的な条件を見つけるための追加実験を行い、品質保証できる温度範囲等を明確にします。ここで再度、シミュレーションや工場実験解析を行い、設備機能が不足している場合には設備技術開発へと進みます。ここで実際に開発した設備技術は、低温圧延による組織微細化のための圧延スタンド間多段冷却装置開発、緩冷却による軟質化のための冷却床徐冷力

バー装置開発と、コイル状線材間欠衝風冷却装置を開発し、従来のオフライン熱処理材と同等の材質を有する、インライン棒線材製造技術を実用化しました。これにより従来のオフライン熱処理と比べて、燃料原単位が、約30万～60万kcal/t改善しました。

次は「連続焼鈍炉の低露点化技術開発」です。これは線材の球状化焼鈍を還元性のRXガス雰囲気から窒素ガス雰囲気に切替えて、線材の脱炭が防止できる露点 $-50^{\circ}\text{C}$ 以下を達成する技術を開発し、酸洗工程を省略し省エネを達成した事例です。従来は線材の脱炭を防止するため、熱延線材を酸洗してRXガス雰囲気中でカーボンポテンシャルを合わせて焼鈍するのが一般的でした。そこで酸洗を省略するべく露点 $-60\sim-70^{\circ}\text{C}$ の窒素ガスを炉内に供給してみましたが、炉内を大気開放状態から $-50^{\circ}\text{C}$ 以下達成までに45日もかかってしまいました。その原因が炉壁部の断熱ボードが水分の吸脱着に関係していることを突き止め、断熱ボードから発生した水分が炉内へ拡散しないように炉内側のレンガを水分拡散防止壁として、外側の鉄皮にボードを貫通するパイプを取付け、炉内の高温ガスをボード部に導き、水分の放出を促進させるようにしました。この技術のポイントは、レンガの膨張代等の隙間を通る炉内からボード部へ流れる窒素ガスの流速を、水分の炉内への拡散速度より大きくして、高水分ガスを炉外に効果的に排出する技術を開発したことです。これにより先ほどの45日を3.5日まで短縮し、焼鈍能力の向上及び酸洗省略を達成し、電力や蒸気の削減並びに燃料原単位を約40千kcal/t改善しました。

次は「熱間鍛造用金型の冷却・潤滑技術の開発」です。これは、新日鉄のユーザー技術支援の一環として開発したものです。課題は熱間鍛造金型の寿命延長と製品歩留の向上です。この課題が顕在化したのは、潤滑剤を黒鉛から白物潤滑剤に変えたことに関係しているとのことだったので、まず、現在使用している潤滑剤の金型への付着量と密着度を最大にする金型温度を実験解析から見出しました。次に、その目標温度に対する実際の温度との差を明確にして、温度予測モデルを用いて、目標金型温度を満足させる方法を提案し、それをユーザーが実行し、大幅な生産性向上、金型寿命延長、及び製品不良率の低減の達成し「トヨタ技術開発省」を受賞しました。ここでの技術ポイントは、金型表面への潤滑剤の付着量や密着度を測定可能とする実験技術の確立、金型表面温度シミュレーションモデルの構築、及び潤滑剤の付着メカニズムの解明などです。また、具体的な提案内容は金型の一体型から分割型への変更、内部冷却付加と背面冷却水量を2倍にした等です。

ここからは、中小企業の省エネルギー診断事例について説明します。申込みは簡単で、診断を受けたい企業さんは室蘭テクノセンター又は室蘭商工会議所に電話等で申し込む。その後、申込み企業をテクノセンターの専門家が訪

問し予備診断を行います。予備診断結果に基づき、さらに詳しい調査が必要と判断された場合には、企業へ熱と電気 の 専 門 家 を 派 遣 して 詳 しく 調 査 し ます。その後、診断結果を20～30ページの報告書にまとめて報告します。その際、この結果の具体的な活かし方まで指導し、その2、3年後に指導内容の実施状況をフォローする、という形の活動を行っています。この無料省エネ診断は、平成20年からスタートしたわけですが、初年度は4社診断を行いました。この年に診断した企業は、売上高に占めるエネルギーコストが業種によって異なるものの大凡、2%～4%でした。この食料品製造業の企業は、調査対象の工場のみで年間エネルギー消費量が原油換算で366キロリットルあったことから、他工場のエネルギー消費量も含めた会社全体で、年間1,500キロリットル以上の特定事業者になることを心配して、工場長が本社に連絡していたのが印象的でした。また、省エネ診断結果を最も早く実行に移したのが、プラスチック製品製造業です。これについては、今日、鈴木社長から、実際の取り組み内容等に関する報告があるかと思しますので、私も非常に楽しみにしているところです。ここで、スライドに示すこの表について簡単に説明します。ここに提案した省エネ案件の主な項目を上げております。下線部分は実際に省エネ対策を実施した項目です。また、一番下に省エネ対策の実施状況を、○、△、×で示しましたが、○は、積極的に省エネ対策を実施し、メリットを享受している。△は、それほど積極的ではないが、総合エネルギー管理の徹底は実施している。×は、診断の前後で変わりません。というようにして、評価しましたが結果的には×はありませんでした。非常によくやっているということです。次の21年は、省エネ診断事業を道内全域が対象の事業体と連携した関係上、最初と2番目は札幌の企業、3番目が小樽、4番目が室蘭の企業です。ここで、酒類の製造業は1社1工場だけで、エネルギー消費量が1,346k1/年も消費している。特定事業者になると定期報告書や中長期計画等を所管省庁へ提出しなければならないので大変ということで、今回の省エネ診断結果を早速実行し、特定事業者になっていないという回答がありました。鉄鋼物製造業は、売上高に占めるエネルギーコストの割合が7.7%と高いのが特徴です。いずれも省エネ対策を実施し、効果があったことを実感しているということでした。次の平成22年度は、室蘭商工会議所と一緒に省エネ診断事業をスタートさせた年です。この年の特徴は、酒・煙草等卸小売業のエネルギー消費量の少ない企業を診断しました。これらの企業は、これまでに省エネ対策を積極的に実施してこなかったため、省エネ診断で提案した省エネ効果の期待値は、効果額は小さいが、省エネ率は20%～40%と非常に高くなっています。また、これと対照的なのが第一種エネルギー管理指定工場の化学工業で、ここは以前から積極的に省エネ対策に取り組んでいましたので、省エネ診断で提案でき

た省エネ効果の期待値は、省エネ率は2.8%と少ないが、効果額は非常に大きいということです。5社とも省エネ項目にアンダーラインが引かれているように、実際に省エネ対策を実施しているということです。23年度は、2社しか省エネ診断できませんでした。また、実際の診断が今年の3月でした。先日、電話でヒアリングさせてもらいましたが、この2社の社長さんは省エネ対策に非常に前向きで、建設業の社長さんはもうすでに実行している。機械加工業の社長さんも、やる方向で検討中であるとの返事をいただいております。

最後にまとめですが、技術開発は、マンパワーや研究開発費はかかりますが、そのもたらす効果は非常に大きいということです。従いまして、もう省エネは「やり尽くした」と思っている企業さんは、現状かかえている課題の“現象解明”を行い、さらに“ゼロベース”でその解決策を発想してほしい。その後は“原理・原則”に基づく実験解析を繰返し、“シミュレーション”や“最適化の考え方”を導入することで、ブレークスルーが可能になると思います。省エネ診断を受診した企業さんのほとんどが省エネ対策を実施し、その効果を実感していることを確認しました。従いまして、省エネ対策をどのようにすればよいかわからない中小企業の方は、まず省エネ診断を受けてみる。診断を受けることで、省エネ対策、コスト削減が可能になると考えます。以上が私からの話です。ご静聴ありがとうございます。

---

## 興和工業株式会社

代表取締役社長 鈴木 高士 氏

みなさんこんにちは。興和工業の鈴木でございます。先生方の後で講演ということで非常にお疲れのところと思いますが、宜しく願いいたします。省エネ活用診断事例ということで、私ども平成20年に診断していただきました。まず私どもの企業紹介ですが、創業1957年ということで、55周年を迎えております。設立49期を迎えています。会社のほうですが、登別市の北海道曹達様の隣りにあります。私ども、もともと北海道曹達様の構内業者から始まりまして、塩化ビニールの加工から始まりまして、今に至ります。経営指針、これは昨年の10月に制定しまして、1年経って、社是は和以興（わをもっておこす）。あと、事業理念、経営理念を明文化しこれに向かって活動しております。事業内容ですが、FRP耐食プラスチック製機器を製作しております。また、その設置、配管工事等も行っております。下水処理場ですとか、尿尿処理場向けの脱臭装置、これもFRP製で納入しております。また薬液プラントFRPのタンク、配管工事を請け負っています。最近、5年ほど経ったのですが、ガソリンスタンド、また大型施設の燃料地下タンクを紫外線硬化FRPプリプレグシートによる施工

で行っています。新しい取り組みとしましては、地下タンクのライニング工事、FRPのパネルタンクをリニューアルするリユース工法ということで、やっております。また、無落雪住宅用のスノーダクト「トイエースつばさ」、今年度から始めました、液漏れ検知システムPLDS、これにつきましては資料の最後に添付させていただいておりますので、後ほどご覧いただければと思います。

さて、室蘭テクノセンターさんからの省エネ無料診断のお話をいただきまして、初年度申込み4社の中でお話を頂きました。当時の景気ですが、国内景気は米国のサブプライムローン問題が平成19年に起きまして、20年に皆さんご存じの通りリーマンショック、100年に1度ということで、大変な状況でした。また、原油価格も上昇し、灯油、A重油価格の高騰、この先どうなるのだろうと、経営者としても先の読めない状態でございました。また平成20年は、私どもは事業承継中のございまして、ちょうど社長就任1年目が終わった頃で、景気のせいにははいけませんが、大変苦戦していたというような状況でございます。就任後1年目で、関係会社倒産というようなこともございまして、かなり大きな赤字決算としてしまったことで、これからどうしようかということで、売上上昇がのぞめないのではと考えているところに、売上が一定でも生きていける会社づくりをしていかなければいけないと心に決めて、社員とともに努力して行こうということで、まずは経費の削減、省エネ、省資材。何かできることから始めよういうなかで、そんな折りに、安澤先生と、花岡先生も一緒に来ていただきまして、そういったときだからこそ、省エネをやっつけようじゃないかと話をいただいて、お二人の顔が本当に神様のように思えたときでした。

これは先程話しました様に、原油価格と道内のA重油と灯油の価格をグラフにしております。ちょうど診断をいただいたとき、いただく前に価格は高騰していましたので、その年の12月前後にちょっと落ち着きまして、ホッとした状況ではありましたが、これにホッとするのはなく、省エネをやっつけられないといけないということで進んでいきます。これがわが社の略年史で、青い棒グラフが売上でございます。だいたい10億から12億前後の売上をしている会社でございます。44期この時に売上も落ちて、緑の線は経常利益になるのですが、経常利益も大きくマイナスにしてしまいました。で、省エネ等々固定費削減で減収ではございますが、増益できたという。46期も減収ではありますが、増益ができた。昨年期は増収、増益という形でこれも省エネの効果だと、今考えるとそのように思います。省エネ対策ということで、平成20年10月に先生がたがいらっしゃって、何とか電気の省エネルギー、私どもで出来ることがあるでしょうか、また、燃料価格高騰で冬場の暖房費アップを回避したいという話をしましたところ、まず事業所の操業状況、主要の生産工程、エネルギー使用設備

の状況、操業実績の把握、年間を通して各月で、エネルギー使用量等々、調査いたしました。数字は残っているのですが、あくまでも数字で、その活用というかはあまりわかっていなかったり、1年間にエネルギーをどれくらい使ったのと聞かれても、恥ずかしながら分からない状況でした。これは一からスタートしなければいけないということで、数字をまとめて、提出してその後平成20年12月、2か月後、先生方に来ていただきました。私だけでなく、社内幹部数名と報告の機会を設けました。で、現状の問題点としまして、エネルギー管理体制の仕組み、組織もなく活動もできていないということ、また、設備毎の電気、燃料使用量、そして気温、工場温度等との関係で把握されていない。機械設備の保全は事後保全。また電力の使用量、各種燃料の消費についてデータ化されておらず、省エネに活用されていない。共通評価できる原単位管理が出来ていない。ということで、それぞれについて、改善案を次のよういただきました。省エネの組織づくり。全員参加の呼びかけと意識づけ。エネルギー消費の大きな機器は定期的、継続的に計測を行う。機械設備を定期的に保全。使用量管理をグラフ化して前期と比較、差異があればチェックと改善をしていきたいと思います。ということで話し合いを行いました。聞き慣れない電力原単位、燃料原単位などの言葉を理解して、データ整理、そしてグラフ化と傾向管理を行いました。

(データ収集と分析のグラフを示して) 昨年度のサンプルなのですが、生産力や電力量、そういったものをまとめてデータ化したものです。同じく、これはA重油消費量。A重油と灯油に関しては、気温とどう関係があるのだろうかという調査を行いました。それと同時に、具体的な施策ということで、電気使用設備の合理化ということで、電力負荷平準化による最大電力の抑制ということで、先程、鈴木先生のほうから話のありましたデマンド管理ですとか、あとは待機電力の削減、ベースの部分を減らして行くということで、休み時間だったり、夜間だったり、休日、どれくらい電力を使っているのだろう、今まで全然分かっていなかったんですけども、それを調査したり、コンプレッサーの吐出圧力の適正化をはかってみたり、またエアリー漏れがないかも確認いたしました。照明ランプの高効率化と昼光利用ということで、工場のランプをメタルハイドランプに変えたらどうかという提案もいただいております。熱、燃料使用設備のエネルギー使用の合理化ということで、まずは事務所に、大きなボイラーがあったのですが、それを高効率ボイラーへ更新するということと、暖房設備を分散化したらどうかということで、これはお金をかけて、早速、古いボイラーが交換時期になりましたので、それをすぐにやりました。工場は天井が高いので、また隙間が多くて、なおかつFRPを加工する上で、5℃以上の気温に保持しないといけないので、全体暖房をしていたので

すが、作業毎の局所暖房に変えたらどうかということで、変えました。また、全体暖房と局所暖房をうまく利用したらどうかとご提案いただきました。

これは結果のデータです。FRP工場のほうなのですが、省エネ診断前のデータが青い線で、診断後は赤い線でございます。平均の生産量から見ますと、約5のところから2.5のところくらいまで落ちているのがわかると思います。続きましてA重油の使用量ですが、診断前が青の線で、今現在は水色の線で並行になっていますが、約10%削減されているような状況になっています。事務所で使っている暖房用の灯油でございますが、対策前と対策後で年々少しずつ減っているのがわかるかと思えます。省エネ対策の成果として、デマンドの関係ですが、契約電力が90KWから73KWに現在なっております。契約電力は当初は電気料の半分くらいが基本料金になっていましたので、これはだいぶ大きく削減しております。電気使用量も月平均生産量2,000Kgの時、対策前より現在は2.3kwh/kgに減っております。A重油も、先程申しましたように、10%の減少。灯油使用量も対策前より1,150リットル減少と大幅に減らすことができました。下に金額が書いてあるグラフがございます。売上も落ちておりますが、少しずつ上がっている状況でございます。重油は前期冬場の生産が多かったために、若干上がっておりますが、電力量、灯油はまだ減った状態で維持できています。省エネ対策初年度でエネルギーコストが、約290万円減りました。暖房機とかボイラーとか買ったものは十分に償却できております。290万と申しますと、私どもの会社の売上に換算しますと、約7000万円相当になるのかなと、そういうことを考えますと、非常に大きな削減を行ったなと思っております。それとあわせて重油換算で、約35k1/年減少しております。CO<sub>2</sub>換算だと約100トン/年減少。我々中小企業ですと、重油換算とかCO<sub>2</sub>換算とかはなかなか耳慣れない言葉でございますが、こういうことをやっている、省エネに全社でやっているのだという意識づけができたのかなと感じております。あと電気の使い方ですとか、ストーブの使い方とか、そういったところの意識がだいぶ変わってきているかなと思います。重油ボイラーの運転では、作業担当者が工場の温度を監視して、自分たちで止め、そろそろ仕事が終わるので30分前には止めようじゃないかと、自主的にやっております。また、少人数作業のときは、ジェットヒーターなどを使ってスポット暖房を自分たちで工夫して使うなど、そういうことをやっています。灯油ストーブの関係では、冬季水回りの凍結がございますので、そのところだけは最低温度の設定でカバーして、何度だったら大丈夫だろうとか、そういったところを話し合いながら決めてやっています。同業他社との比較ができたということ。全国平均がだいたいエネルギーコストが、4%くらいなのですが、私どもはだいたい2.3%くらいで、それから少しずつ減っているということ

で、非常にいい傾向があるようです。現在の状況と今後ということで、ただいま、安全活動と5S活動と供に省エネ活動を追加してやっております。省エネ担当者を選任しまして、事務所担当、工場担当ということで毎月2回、状況報告しみんなで意見しあうというような形で行っております。また、提案を受け付けて効果がみられたものに対しては表彰などを行っております。低燃費ハイブリッド車両を2台導入して、今後自動車燃料にも着眼したいと思っています。また、今年の夏、北電さんから20%削減ということの話がありまして、社内で会議を開きましてうちの会社でも何かできるのではないかとということで、そういえば自動販売機はどうだということで、話し合っ、あまり売上が多くない自動販売機1台をメーカーさんと話し合っ撤去しました。また他の2台についても、メーカーさんと話しましてヒートポンプ式に入れ替えるように指示しております。数字的にはまだ押えていないのですが、そういった活動もしております。あと照明のLED化を各メーカーさんに問い合わせ、今現在の提案では5年で償却することをいただいておりますが、私ども中小企業は、できれば3年くらいで償却できるようであれば、すぐに実施したいと考えております。後、冬場の事務所温度、湿度管理を見直して行こうと話し合っています。最後に、お客様にも省エネにつながる設備導入して、今回は今まで使っていた熱交換機の4分の1くらいの大きさの熱交換機に交換していただくというようなことで提案をさせていただいております。最後は安澤先生のほうから、省エネというものについてもPACDをきちんとやることによって、ますますエネルギー管理がしっかり出来ますと指導していただいております。以上、雑な説明で申し訳ございませんが、省エネ活動でたいへん良い会社になると思っておりますので、本当にありがたく思っております。ご静聴ありがとうございました。





## 【平成 24 年度 共同研究等事業実績】

共同研究プロジェクト

民間等との共同研究

受託研究

プレ共同研究

技術相談件数

研究経費及び件数の推移



## 共同研究等事業実績

### 共同研究プロジェクト（客員教授プロジェクト研究）

※研究代表者

NO	研究題目	大学側研究組織	民間機関等研究組織
1	積雪寒冷地域における道路構造物の高度化・長寿命化に関する研究	くらし環境系領域 ※講師 小室 雅人 教授 岸 徳光 講師 栗橋 祐介	(株)構研エンジニアリング 常務取締役 川瀬 良司
2	複数航空機ブロードバンドデータリンク用追尾アレー技術の研究	もの創造系領域 ※教授 上羽 正純	(株)国際電気通信基礎技術研究所 波動工学研究所長 小林 聖
3	同軸熱交換方式による地熱発電に用いる内管の作製	もの創造系領域 (環境・エネルギーシステム材料研究機構長) 特任教授 香山 晃	(株)九州パワーサービス 技術顧問 高橋平七郎
4	SiC/SiC 複合材料の原子炉燃料被覆管製造技術の研究	もの創造系領域 ※准教授 岸本 弘	(株)エネテック総研 技術顧問 松井 秀樹 技術係長 鄭 憲採
5	次世代高性能シリコンフィルムデバイス製造に向けた新規プロセスの研究開発	しくみ情報系領域 もの創造系領域 ※教授 福田 永 准教授 植杉 克弘	帝人(株) 融合技術研究所 所長 城 尚志
6	連続繊維 (FRP) 板を用いた水中・海中コンクリート構造物の水中補修補強工法の開発に関する研究	くらし環境系領域 ※講師 栗橋 祐介 講師 小室 雅人	三井住友建設(株) 技術開発センター 副センター長 三上 浩

### 民間等との共同研究

NO	大学側研究代表者	件数
1	くらし環境系領域 准教授 太田 光浩	1
2	くらし環境系領域 教授 小幡 英二	1
3	くらし環境系領域 教授 鎌田 紀彦	1
4	くらし環境系領域 助教 神田 康晴	1
5	くらし環境系領域 教授 岸 徳光	2
6	くらし環境系領域 講師 栗橋 祐介	1
7	くらし環境系領域 講師 小室 雅人	3
8	くらし環境系領域 特任教授 田畑 昌祥	1
9	くらし環境系領域 教授 土屋 勉	1
10	くらし環境系領域 准教授 中津川 誠	2
11	くらし環境系領域 教授 濱 幸雄	4
12	くらし環境系領域 教授 溝口 光男	1
13	航空宇宙機システム研究センター 教授 東野 和幸	3
14	しくみ情報系領域 教授 板倉 賢一	1

15	しくみ情報系領域 教授 永野 宏治	1
16	しくみ情報系領域 教授 福田 永	2
17	ひと文化系領域 准教授 上村 浩信	1
18	ひと文化系領域 准教授 三浦 淳	1
19	もの創造系領域 教授 相津 佳永	4
20	もの創造系領域 准教授 植杉 克弘	1
21	もの創造系領域 教授 上羽 正純	1
22	もの創造系領域 教授 風間 俊治	2
23	もの創造系領域 准教授 岸本 弘立	2
24	もの創造系領域 准教授 境 昌宏	2
25	もの創造系領域 教授 佐藤 孝紀	1
26	もの創造系領域 教授 清水 一道	12
27	もの創造系領域 教授 世利 修美	4
28	もの創造系領域 准教授 寺本 孝司	2
29	もの創造系領域 教授 桒上 洋	3
30	OASIS(環境・エネルギーシステム材料研究機構) 特任教授 香山 晃	5

### 民間機関等からの受託研究

NO	大学側研究代表者	件数			
1	くらし環境系領域 講師 眞境名達哉	1	8	もの創造系領域	教授 世利 修美 1
2	くらし環境系領域 准教授 中津川 誠	1	9	もの創造系領域	教授 高木 正平 1
3	くらし環境系領域 准教授 吉田 英樹	1	10	もの創造系領域	教授 平井 伸治 1
4	しくみ情報系領域 教授 板倉 賢一	1	11	もの創造系領域	教授 桃野 正 1
5	しくみ情報系領域 教授 塩谷 浩之	1	12	もの創造系領域	講師 松本 大樹 3
6	しくみ情報系領域 助教 雨海 有佑	1	13	もの創造系領域	准教授 花島 直彦 1
7	もの創造系領域 教授 清水 一道	4	14	OASIS(環境・エネルギーシステム材料研究機構)	特任教授 香山 晃 2

### プレ共同研究

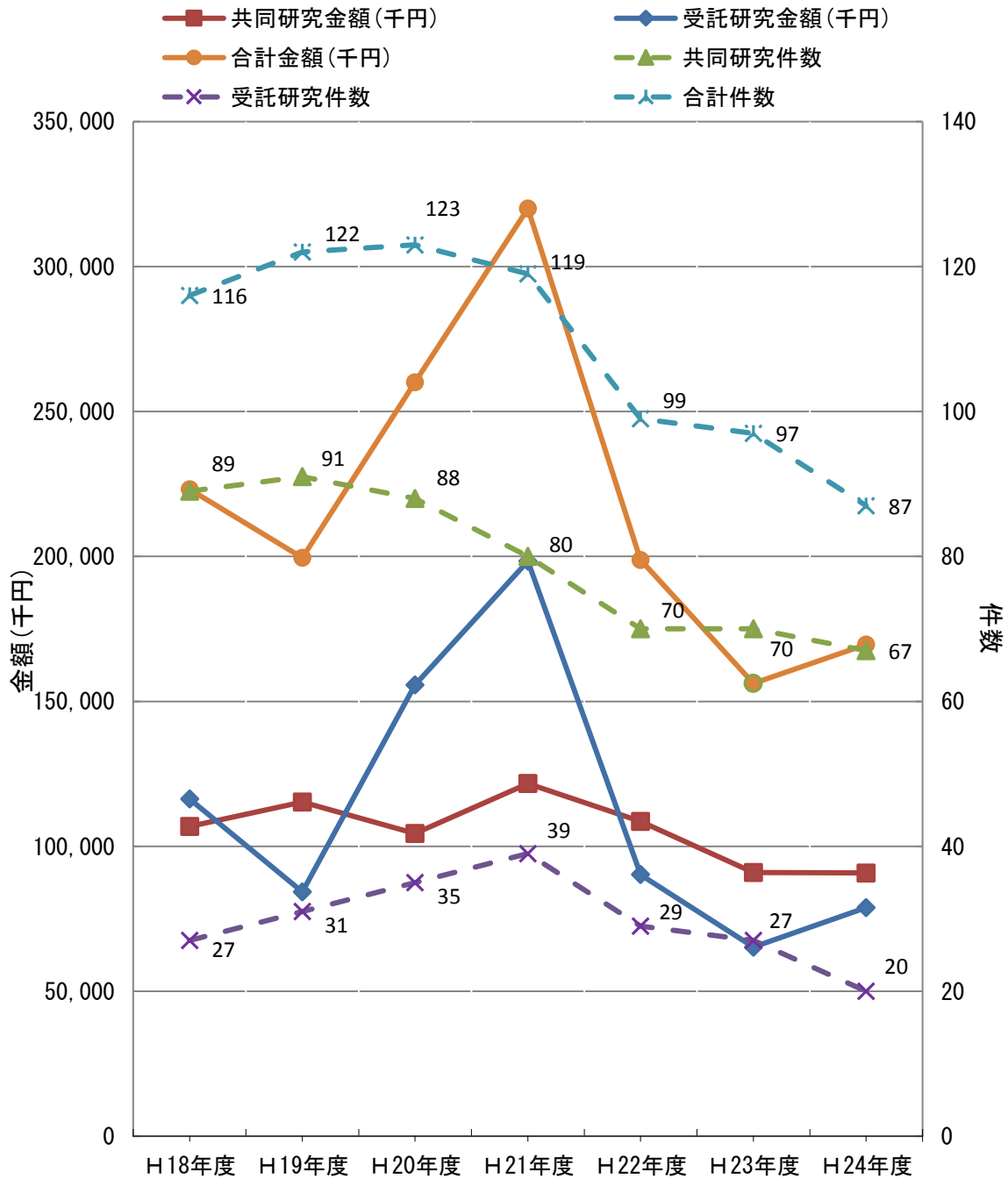
NO	研究題目	大学側研究組織	民間機関等研究組織
1	矩形 RC 梁の帯状 FRP 板による水中巻き付け補強法に関する基礎的研究	くらし環境系領域 講師 栗橋 祐介	三井住友建設(株) 技術開発センター 副センター長 三上 浩
2	配管材料の耐エロージョン摩耗特性および耐摩耗材料の開発	もの創造系領域 教授 清水 一道	(株)栗本鐵工所 加賀屋工場 製造部 加賀屋生産技術課 牟禮眞太郎
3	レアアース代替材による鋳鉄製造法の開発	もの創造系領域 教授 清水 一道	岩見沢鋳物(株) 常務取締役 白井 雅人
4	生活圏の環境放射線リアルタイムモニタリングシステムの開発	くらし環境系領域 助教 河内 邦夫	日本仮設(株) 企画部開発室長 日向 洋一

### 【技術相談】

55件

「民間等との共同研究」及び「受託研究」の件数と研究経費の推移

	H18年度	H19年度	H20年度	H21年度	H22年度	H23年度	H24年度
共同研究金額(千円)	106,890	115,267	104,386	121,628	108,559	90,961	90,817
受託研究金額(千円)	116,319	84,313	155,676	198,380	90,219	65,243	78,841
合計金額(千円)	223,209	199,580	260,062	320,008	198,778	156,204	169,658
共同研究件数	89	91	88	80	70	70	67
受託研究件数	27	31	35	39	29	27	20
合計件数	116	122	123	119	99	97	87



「民間等との共同研究」及び「受託研究」の件数と研究経費推移



## 【平成24年度 事業活動】

### 研究協力会活動

研修会，セミナー，研究会等

### 研究推進

会議，連絡会，情報交換会

報告会，説明会，展示会

### 広報



# 事業活動

## 1. 研究協力会活動(2件)

- (1) 役員会および総会(1件)
- (2) 出前講義(2件)

## 2. 研修会, セミナー, 研究会等(8件)

- (1) フロンティア技術検討会(1件)
- (2) 高度技術研修(1件)
- (3) CRD セミナー(6件)
- (4) MOT(技術経営)実践講座(4件)
- (5) 室蘭経営革新塾(1件)
- (6) 医工連携研修会(イノベーションシステム整備事業)(1件)
- (7) 道内電気計装エンジニアリング研修会(1件)
- (8) 北海道 CAE 利用技術研究会(2件)

## 3. 研究推進(9件)

- (1) 平成 25 年度共同研究プロジェクト(公募, 審査研究推進)(4件)
- (2) プレ共同研究(公募, 審査研究推進)(4件)
- (3) 社会医療法人 製鉄記念室蘭病院との共同研究に関する打合せおよび報告会(4件)
- (4) (株)日本製鋼所・室蘭工業大学技術交流会(4件)
- (5) 新日本製鐵(株) 室蘭製鐵所・室蘭工業大学技術交流会(5件)
- (6) 北海道電力(株) 総合研究所との共同研究に関する打合せ(2件)
- (7) 新酵素ガスとの共同研究に関する打合せ(2件)
- (8) (株)CS ソリューションとの共同研究に関する打合せ(3件)
- (9) 技術相談(55件)

## 4. 会議, 連絡会, 情報交換会(9件)

- (1) 客員教授による活動支援会議(3件)
- (2) 平成 24 年度文部科学省産学官連携支援事業(1件)
- (3) 苫小牧地域産学官連携実行委員会等(2件)
- (4) 北海道医療産業研究会定例会議(3件)
- (5) コーディネーター会議(12件)
- (6) 地域コア運営委員会等(2件)
- (7) HiNT 連絡会等(10件)
- (8) 産学交流プラザ「創造」企業見学会および情報交換会(10件)
- (9) 蘭参会(4件)

## 5. 報告会, 説明会, 展示会(3件)

- (1) 平成 24 年度共同研究成果報告会(5件)
- (2) 北海道地域 4 大学 1 高専 新技術説明会(シーズ紹介)(1件)
- (3) 展示会(6件)

## 6. 広報(2件)

- (1) 定期刊行物(平成 25 年 3 月)(3件)
- (2) 学内講義棟での展示(1件)

## 1. 研究協力会活動(2件)

### (1) 研究協力会役員会および総会(1件)

#### 【議題】

1. 平成23年度活動報告及び決算について
2. 平成24年度事業計画(案)について
3. 平成24年度予算(案)について
4. その他

#### 【特別講演】

テーマ：未利用石炭資源の活用について

しくみ情報系領域 環境科学・防災研究センター長 教授 板倉 賢一

#### 【情報交換会】

主催：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター  
室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 研究協力会  
日時：平成24年6月14日(木) 14:00～18:30  
場所：中嶋神社 蓬峯殿(室蘭市)  
参加者：42名

### (2) 研究協力会向け出前講義(2件)

#### 1. テーマ：燃焼の基礎理論

もの創造系領域 講師 廣田 光智

主催：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター  
室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 研究協力会  
日時：平成24年6月18日(月) 13:00～17:00  
場所：(株)コーノ(函館市)  
参加者：3名

#### 2. テーマ：銅合金の腐食について

もの創造系領域 准教授 境 昌宏

主催：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター  
室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 研究協力会  
日時：平成24年10月26日(金) 15:00～17:00  
場所：(株)光合金製作所 朝里工場研修室(小樽市)  
参加者：15名

## 2. 研修会、セミナー、研究会等(8件)

### (1) フロンティア技術検討会(1件)

総合テーマ：エネルギー戦略と省エネの対策及び実践について

テーマⅠ：エネルギーを巡る現状と再生可能エネルギーの利用拡大に向けて  
北海道経済産業局資源エネルギー環境部エネルギー対策課

課長 多田 好克

テーマⅡ：継続的な節電/省エネを“かしこく”進めるための着眼点  
一般財団法人省エネルギーセンター省エネ人材育成本部育成事業部

課長 鈴木 伸隆

テーマⅢ：企業における技術革新と省エネルギー活動  
～省エネ技術開発事例と省エネ診断活用事例～

(財)室蘭テクノセンター 総括アドバイザー 安澤 典男  
興和工業(株) 代表取締役社長 鈴木 高士

#### 【産・学・官交流会】

主 催：室蘭地域産学官連携事業実行委員会

委員会構成

室蘭工業大学 地域共同研究開発センター

室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 研究協力会

(公財)室蘭テクノセンター，産学交流プラザ「創造」

後 援：北海道胆振総合振興局，室蘭市，登別市，伊達市

室蘭商工会議所，登別商工会議所，伊達商工会議所，室蘭信用金庫，伊達信用金庫

北洋銀行，北海道銀行，日本政策金融公庫，北海道新聞社 室蘭支社，室蘭民報社

北海道中小企業家同友会 西胆振支部，北海道 I M連携促進会

日 時：平成 24 年 10 月 23 日(火) 14:00 ～ 19:15

場 所：中嶋神社 蓬峯殿(室蘭市)

参加者：100 名

## (2)室工大&機械工業会コラボによる高度技術研修(1件)

テーマⅠ：切削加工におけるシミュレーションの高度利用技術

もの創造系領域 准教授 寺本 孝司

テーマⅡ：生産効率を上げる最新工作機械と智能化技術

オークマ(株) 研究開発部 則久 孝志

テーマⅢ：板金加工分野における最新レーザ加工技術と応用

三菱電機(株) 名古屋製作所 金岡 優

主 催：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター

(社)北海道機械工業会(自動車プレス部会，機械製缶部会，札幌支部)

共 催：(公社)精密工学会北海道支部，(社)機械学会北海道支部

(地独)北海道立総合研究機構産業技術研究本部工業試験場

日 時：平成 24 年 11 月 14 日(水) 13:00 ～ 17:00

場 所：センチュリーロイヤルホテル 3階エレガンス(札幌)

参加者：49 名

## (3)CRD セミナー(6件)

1. テーマ：コンクリート構造物の長寿命化に挑む

～FRP シートを用いた RC 構造物の補強法に関する室蘭工大での一連の研究～

くらし環境系領域 講師 栗橋 祐介

### 【情報交換会】

主 催：室蘭工業大学 同窓会水元技術士会

日 時：平成 24 年 7 月 20 日(金) 18:00 ～ 18:40

場 所：ホテルポールスター札幌 2階「セレナーデ」(札幌市)

参加者：45 名

2. テーマⅠ：「大学研究室」と「様々な主体」による持続可能な地域づくりの機能性

くらし環境系領域 講師 市村 常士

テーマⅡ：コンクリート構造物の新しい補修補強技術

くらし環境系領域 講師 栗橋 祐介

### 【情報交換会】

主 催：室蘭工業大学 同窓会小樽支部

日 時：平成 24 年 10 月 27 日(土) 16:30 ～ 17:20

場 所：オーセントホテル小樽(小樽市)

参加者：40 名

3. テーマ：水力発電発祥の地からエコを考える．低炭素社会へのシナリオ

ー地熱エネルギーの活用ー

【情報交換会】

共 催：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター  
日 時：平成24年11月9日(金) 18:00～17:20  
場 所：岩内町郷土資料館(ぱとりあ岩内)  
参加者：30名

4. 苫小牧地域産学官金連携セミナー2012「北の自然と暮らし」

テーマⅠ：オホーツク海の流氷の不思議～何処から来て何処でなくなるのか

苫小牧工業高等専門学校 機械工学科 准教授 二橋 創平

テーマⅡ：寒冷地住宅の研究・開発

くらし環境系領域 教授 鎌田 紀彦

【情報交換会】

主 催：苫小牧地域ものづくり産業振興のための産学官金連携実行委員会

後 援：苫小牧市、苫小牧市教育委員会、室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 研究協力会  
苫小牧工業高等専門学校協力会、室蘭工業大学 地域共同研究開発センター

日 時：平成24年11月30日(金) 15:30～17:30

場 所：苫小牧市民会館小ホール(苫小牧市)

参加者：75名

5. 総合テーマ：連続繊維(FRP)板を用いた水中・海中コンクリート構造物の

水中補修補強工法の開発に関する研究

テーマⅠ：FRP板水中巻付け補強したコンクリート円柱の耐荷性状に及ぼす補強量の影響

くらし環境系領域 講師 栗橋 祐介

テーマⅡ：FRP板水中補強したRC梁の曲げ耐荷性能に及ぼすせん断キー間隔の影響

客員教授(三井住友建設(株)技術開発センター副センター長) 三上 浩

主 催：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター

日 時：平成25年3月8日(金) 10:00～11:00

場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 産学交流室

参加者：42名

6. 総合テーマ：積雪寒冷地域における道路構造物の高度化・長寿命化に関する研究

テーマⅠ：既設落石防護擁壁の耐衝撃性向上を目的とした新たな緩衝システムの研究開発の概要  
客員教授((株)構研エンジニアリング 常務取締役) 川瀬 良司

テーマⅡ：床版打換前後における既設鋼鈹桁橋の固有振動特性に関する現地振動実験

くらし環境系領域 講師 小室 雅人

主 催：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター

日 時：平成25年3月8日(金) 11:00～12:15

場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 産学交流室

参加者：42名

**(4) MOT(技術経営)実践講座(4件)**

1. テーマ：ものづくり現場での生産管理

北海道立総合研究機構産業技術研究本部 工業試験場 製品技術部

生産システム・製品技術グループ 研究主幹 飯田 憲一

主 催：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター

日 時：平成24年6月25日(月) 10:25～12:00

場 所：室蘭工業大学 N302

参加者：22名



2. テーマ：北海道から世界へ情報発信チャレンジを受け継ぐ心

(株)キメラ 代表取締役 藤井 徹也

主 催：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター

日 時：平成24年7月2日(月) 10:25 ～ 12:00

場 所：室蘭工業大学 N302

参加者：29名

3. テーマ：ベンチャー企業の技術経営の紹介

(株)デジタル・スパイス 代表取締役 須藤 泰志

主 催：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター

日 時：平成24年7月9日(月) 10:25 ～ 12:00

場 所：室蘭工業大学 N302

参加者：27名

4. テーマ：北海道でのものづくり

(株)デンソーエレクトロニクス

代表取締役社長 杉本 正和

主 催：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター

日 時：平成24年7月23日(月) 10:25 ～ 12:00

場 所：室蘭工業大学 N302

参加者：25名

**(5) 室蘭経営革新塾(1件)**

— 経営力強化と改善・変革のために何をすべきか? —

テーマⅠ：地域の活性化と産業創出

法政大学 教授 岡本 義行

テーマⅡ：これまでの受講成果、課題等の発表と意見交換

サポート 崇城大学 教授 永松 俊雄

法政大学 研究員 中島 ゆき

主 催：西胆振産学官ネットワーク

(財)室蘭テクノセンター，北海道中小企業家同友会 西胆振支部

室蘭工業大学 地域共同研究開発センター

日 時：平成25年3月27日(水) 19:00 ～ 21:00

場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 産学交流室

参加者：25名

**(6) 医工連携研修会(イノベーションシステム整備事業)(1件)**

「平成24年度文部科学省大学等産学官連携自立化プログラム(コーディネーター支援型)」

司会 地域共同研究開発センター・産学官連携コーディネーター 石坂 淳二

開会挨拶と研修会趣旨説明

社会医療法人 製鉄記念室蘭病院 理事長 足永 武

**【講演】**

テーマ：高照度光治療の原理と臨床応用

ひと文化系領域 准教授 三浦 准

質疑応答(総合討議)

開会挨拶

地域共同研究開発センター長・教授 鴨田 秀一

主 催：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター，製鉄記念室蘭病院

協 力：室蘭工業大学 SVBL 地域医療研究プロジェクト

日 時：平成24年10月15日(月) 18:30 ～ 19:40

場 所：社会医療法人 製鉄記念室蘭病院(室蘭市)

参加者：32名

### (7)道内電気計装エンジニアリング研修会(1件)

幹 事：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター， ニッテック北海道制御システム(株)

日 時：平成24年9月7日(金) 9:45 ～ 17:30

場 所：nSC

参加者：50名

### (8)北海道 CAE 利用技術研究会(2件)

#### 1. テーマⅠ：はんだ材の非弾性構成モデルの

構築と汎用 FEM 解析ソフトへの取り組み

秋田大学大学院工学資源学研究科

准教授 大口 健一

#### テーマⅡ：X線 CT システム等を用いた現物融合型

デジタルエンジニアリング技術

北海道立総合研究機構工業試験場

ものづくり支援センター 主幹 田中 大之

日鋼デザイン(株) 開発部 箭原 聡

共 催：(社)日本材料学会北海道支部，産業技術連携推進会議北海道地域部会

日 時：平成24年7月13日(金) 15:00 ～ 17:15

場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 会議室

参加者：45名

#### 2. テーマⅠ：ダイカストにおける湯流れ・凝固 CAE の予測精度向上

高知工科大学システム工学郡機械係 教授 大塚 幸男

#### テーマⅡ：ハイブリッド・トレフツ有限要素法による波動場の解析

もの創造系領域 教授 長谷川 弘治

共 催：(社)日本材料学会北海道支部，産業技術連携推進会議北海道地域部会，

北海道アルミニウム利用技術研究会

日 時：平成24年9月28日(金) 14:30 ～ 17:00

場 所：苫小牧経済センタービル 6F 大ホール

参加者：40名

### 3. 研究推進(9件)

#### (1)平成 25 年度共同研究プロジェクト(公募, 審査)(4件)

##### 1. 日 時：平成 25 年 2 月 28 日(木) 9:00 ～ 9:30

場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 産学交流室

氏 名：暮らし環境系領域 教授 濱 幸雄

##### 2. 日 時：平成 25 年 3 月 1 日(金) 9:00 ～ 9:30

場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 産学交流室

氏 名：もの創造系領域 教授 清水 一道

##### 3. 日 時：平成 24 年 3 月 1 日(金) 9:30 ～ 10:00

場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 産学交流室

氏 名：暮らし環境系領域 講師 栗橋 祐介

##### 4. 日 時：平成 25 年 3 月 1 日(金) 10:00 ～ 10:30

場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 産学交流室

氏 名：暮らし環境系領域 講師 小室 雅人

## (2) プレ共同研究(公募, 審査) (4 件)

1. 日 時：平成 24 年 8 月 1 日(水) 9:00 ～ 9:30  
場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 産学交流室  
氏 名：くらし環境系領域 講師 栗橋 祐介
2. 日 時：平成 24 年 8 月 2 日(木) 9:30 ～ 9:50  
場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 産学交流室  
氏 名：もの創造系領域 教授 清水 一道
3. 日 時：平成 24 年 8 月 2 日(木) 9:50 ～ 10:10  
場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 産学交流室  
氏 名：もの創造系領域 教授 清水 一道
4. 日 時：平成 25 年 1 月 30 日(水) 9:00 ～ 9:30  
場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 産学交流室  
氏 名：くらし環境系領域 助教 河内 邦夫

## (3) 社会医療法人 製鉄記念室蘭病院との共同研究に関する打合せおよび報告会(4 件)

- 日 時：平成24年7月13日(金) 光治療打合せ  
日 時：平成24年8月8日(水) 福祉ロボット打合せ  
日 時：平成24年9月6日(木) 光治療打合せ  
日 時：平成25年3月5日(火) 体操ロボット研究報告会  
場 所：社会医療法人 製鉄記念室蘭病院(室蘭市), 地域共同研究開発センター 会議室交差

## (4) (株)日本製鋼所・室蘭工業大学技術交流会 (4 件)

場 所：室蘭工業大学環境・エネルギーシステム材料研究機構(OASIS)

## (5) 新日本製鐵(株) 室蘭製鐵所・室蘭工業大学技術交流会 (5 件)

場 所：新日本製鐵(株) 室蘭製鐵所(室蘭市)

## (6) 北海道電力(株) 総合研究所との共同研究に関する打合せ(2 件)

場 所：室蘭工業大学環境・エネルギーシステム材料研究機構(OASIS)

## (7) 新酵素ガスとの共同研究に関する打合せ(2 件)

場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 会議室

## (8) (株)CS ソリューションとの共同研究に関する打合せ(3 件)

場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 会議室

## (9) 技術相談(55 件)

## 4. 会議・連絡会・情報交換会(9 件)

### (1) 客員教授による地域共同研究開発センター活動支援会議(3 件)

1. 日 時：平成 24 年 5 月 18 日(金) 14:30 ～ 17:30  
場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 産学交流室  
参加者：7 名
2. 日 時：平成 24 年 7 月 27 日(金) 15:00 ～ 17:05  
場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 会議室  
参加者：9 名
3. 日 時：平成 25 年 3 月 12 日(火) 15:00 ～ 17:05  
場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 会議室  
参加者：9 名

### (2) 「全国コーディネート活動ネットワーク」 第 2 回北海道東北地域会議(1 件)

(平成 24 年度文部科学省産学官連携支援事業)

本事業概要説明

全国イノベーション推進機関ネットワーク プロジェクト統括

京都府立医科大学 特任教授, 早稲田大学 客員教授 前田 裕子

文部科学省施策説明

文部科学省 科学技術・学術政策局 産業連携・地域支援課 大学技術移転推進室長 工藤 雄之

経済産業省施策説明 ～地域新産業戦略の推進について～

経済産業省 経済産業政策局 地域経済産業グループ 地域新産業戦略室 参事官補佐 神宮 勉  
基調講演

株式会社日経BP 特命編集委員 宮田 満

北海道における産学官連携の取組

経済産業省 北海道経済産業局 地域経済部長 田中 利穂

室蘭工業大学の産学官連携活動紹介

室蘭工業大学 地域共同研究開発センター長 鴨田 秀一

#### 【分科会】

事例から覗ける産学官連携の未来

テーマ1：異分野融合研究

テーマ2：シーズ実用化に発展させる為の連携の在り方

#### 【情報交換会】

場 所：山の駅 ロッジだんパラ

#### 【見学会及び意見交換会】

場 所：日本製鋼所 室蘭製作所

主 催：文部科学省・財団法人日本立地センター

共 催：国立大学法人室蘭工業大学・全国イノベーション推進機関ネットワーク

日 時：平成 24 年 12 月 17 日(月) 13:00 ～ 17:30 情報交換会：18:30 ～ 20:30

平成 24 年 12 月 18 日(火) 8:50 ～ 12:30(見学会)

場 所：室蘭工業大学教育・研究 10 号館 S 棟 301 号室

参加者：38 名

### (3) 苫小牧地域産学官連携実行委員会等(2 件)

1. 日 時：平成24年7月3日(火) 14:00 ～ 17:00

場 所：苫小牧経済センター6F 大ホール

参加者：13 名

2. 日 時：平成 24 年 7 月 10 日(火) 16:30 ～ 17:00

場 所：苫小牧経済センター6F 大ホール, 苫小牧ビール園

参加者：20 名

### (4) 北海道医療産業研究会定例会議(3 件)

1. 日 時：平成24年4月20日(金) 15:00 ～ 17:00

場 所：アスティ 45 12 階 札幌市立大学サテライト会議室(札幌市)

参加者：15 名

2. 日 時：平成24年6月19日(火) 15:00 ～ 17:00

場 所：アスティ 45 12 階 札幌市立大学サテライト会議室(札幌市)

参加者：12 名

3. 日 時：平成 24 年 7 月 25 日(水) 13:30 ～ 17:00

場 所：アスティ 45 12 階 札幌市立大学サテライト会議室(札幌市)

参加者：12 名

### (5) コーディネーター会議(12 件)

場 所：室蘭テクノセンター，室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 会議室交差

#### (6)地域コア運営委員会(2件)

室蘭工業大学における産学官連携活動状況の現状と展開について

地域共同研究開発センター センター長 鴨田 秀一

日 時：平成25年3月25日(月) 16:00 ~ 17:30

場 所：室蘭工業大学 本部 3階 中会議室

参加者：20名

その他 1件

#### (7)HiNT 連絡会(10件)

1. 主 催：HiNT 連絡会

日 時：平成24年4月24日(火) 15:30 ~ 17:00

場 所：R&Bパーク札幌大通サテライト(札幌市)

出 席：16名

2. 主 催：HiNT 連絡会

日 時：平成24年4月26日(木) 13:00 ~ 15:00

場 所：R&Bパーク札幌大通サテライト(札幌市)

参加者：18名

3. 講 演

テーマ：食品や環境に含まれる物質の機能性分析 ー核内受容体アッセイー

産総研 生物プロセス環境部門 扇谷 悟

主 催：HiNT 連絡会

日 時：平成24年5月23日(水) 15:30 ~ 17:00

場 所：R&Bパーク札幌大通サテライト(札幌市)

参加者：12名

その他 7件

#### (8)産学交流プラザ「創造」企業見学会および情報交換会(10件)

主 催：産学交流プラザ「創造」，室蘭地域環境産業推進コア，(財)室蘭テクノセンター  
室蘭工業大学 地域共同研究開発センター

1. 日 時：平成24年4月17日(火) 15:00 ~ 17:00

場 所：ニッテツ北海道制御システム(株) (見学企業)

参加者：31名

2. 日 時：平成24年5月29日(火) 14:00 ~ 16:00

場 所：北海道曹達(株)生産技術本部幌別事業所 (見学企業)

参加者：32名

3. 日 時：平成24年6月26日(火) 14:00 ~ 16:00

場 所：(株)檜崎製作所 (見学企業)

参加者：30名

4. 日 時：平成24年7月24日(火) 15:00 ~ 17:00

場 所：(株)永澤機械 (見学企業)

参加者：28名

5. 日 時：平成24年8月23日(木) 15:00 ~ 17:00

場 所：(株)アール・アンド・イー (見学企業)

参加者：30名

6. テーマ：シブプリサイクルに関する交換会(情報交換会時の講演)

もの創造系領域 教授 清水 一道

日 時：平成24年9月18日(火) 15:00 ～ 17:00

場 所：東海建設(株)(見学企業)

参加者：23名

7. 産学交流プラザ「創造」創造・水滴の会合同「他地域企業見学会(苫小牧)」

日 時：平成24年9月27日(木) 8:30 ～ 19:00

場 所：王子製紙苫小牧工場，栗林機工(株)苫小牧工場，苫東コールセンター(見学企業)

参加者：23名

8. 日 時：平成24年10月24日(水) 15:00 ～ 17:00

場 所：日鋼検査サービス(株)(見学企業)

参加者：25名

9. 日 時：平成25年2月26日(火) 15:00 ～ 17:00

場 所：(株)三好製作所 室蘭工場(見学企業)

参加者：25名

10. 日 時：平成25年3月26日(火) 15:00 ～ 17:00

場 所：(株)キメラ(見学企業)

参加者：21名

(9) 蘭参会(4件)

1. 日 時：平成24年5月15日(火) 18:30 ～ 20:30

場 所：中嶋神社 蓬峯殿(室蘭市)

参加者：60名

2. 日 時：平成24年11月6日(火) 18:30 ～ 20:30

場 所：中嶋神社 蓬峯殿(室蘭市)

参加者：58名

その他 2件

5. 報告会，説明会，展示会(3件)

(1) 平成24年度共同研究成果報告会(1件)

もの創造系領域 教授 埜上 洋，もの創造系領域 教授 佐藤 孝紀，民間企業1社

主 催：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター

日 時：平成25年3月12日(火) 13:30 ～ 16:00

場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 産学交流室

参加者：12名

その他 4件

(2) 北海道地域4大学1高専 新技術説明会(シーズ紹介)(1件)

「金属腐食反応を用いた金属アルコシドの大量生産方法」

もの創造系領域 教授 世利 修美

主 催：独立行政法人 科学技術振興機構(略称JST)

日 時：平成25年3月19日(火) 10:00 ～ 16:00

場 所：JST 東京別館ホール

参加者：31名

(3) 展示会(6件)

1. 展示会出展助成事業



出展研究シーズ名：超音波アクチュエータと超音波搬送技術

申請教員：もの創造系領域 教授 青柳 学

展示会名：TECNO-FRONTIER 2012

第21回モーションエンジニアリング展

開催場所：東京ビッグサイト(有明・東京国際展示場)

東4・5・6ホール

開催期間：平成24年7月11日(水)～13日(金)

入場者数：33,705名(11日(水) 9,094名

12日(木) 9,664名

13日(金) 14,947名)

## 2. 北洋ものづくりテクノフェア 2012

### 【本学からの出展パネル】

「加圧水型同軸熱交換方式による地熱発電の実証試験」

環境・エネルギーシステム材料研究機構(OASIS)

「キャビテーションによる壊食作用の対策と利用」

もの創造系領域 教授 風間 俊治

「光機能性有機材料の開発」

暮らし環境系領域 教授 中野 英之

「フレームが振動しないスピーカーシステム」

もの創造系領域 教授 鏡 慎

「金属錯体を用いた圧力センサの開発」

もの創造系領域 准教授 武田 圭生

「CRDセンターシーズ集に関する広報」

主 催：北洋銀行

後 援：経済産業省北海道経済産業局，北海道，札幌市，(社)北海道機械工業会  
北海道経済連合会，(社)北海道商工会議所連合会，(社)北海道中小企業家同友会  
札幌商工会議所，(独)中小企業基盤整備機構北海道支部  
(独)産業技術総合研究所北海道センター，北海道立総合研究機構  
(社)北海道発明協会，(公財)北海道中小企業総合支援センター  
(公財)北海道科学技術総合振興センター，北海道自動車産業集積促進協議会  
札幌証券取引所，(財)省エネルギーセンター北海道支部，(公財)北海道環境財団  
(財)さっぽろ産業振興財団，EMS-JP北海道，(株)北海道二十一世紀総合研究所  
(独)土木研究所寒地土木研究所，旭川商工会議所

協 力：北海道大学，室蘭工業大学，小樽商科大学，帯広畜産大学，北見工業大学  
札幌医科大学，札幌市立大学，函館工業高等専門学校，苫小牧工業高等専門学校  
釧路工業高等専門学校，旭川工業高等専門学校

特別協力：帯広信用金庫，旭川信用金庫

協 賛：札幌コンベンションセンター

日 時：平成24年8月7日(火) 10:00～17:00

場 所：札幌コンベンションセンター(札幌市)

参加者：約3,800名 参加企業：149社

## 3. ビジネス EXPO「第26回北海道 技術・ビジネス交流会」

### 【本学からの出展パネル】

「加圧水型同軸熱交換方式による地熱発電の実証試験」

環境・エネルギーシステム材料研究機構(OASIS)

「キャビテーションによる壊食作用の対策と利用」

もの創造系領域 教授 風間 俊治

「高温高压合成法を利用した新規熱電変換材料開発」  
もの創造系領域 准教授 関根 ちひろ

「フレームが振動しないスピーカーシステム」  
音響工学研究室(鏡研究室)

「高照度光療法器の開発」  
ひと文化系領域 准教授 三浦 淳  
もの創造系領域 教授 相津 佳永  
もの創造系領域 准教授 湯浅 友典

主 催：北海道 技術・ビジネス交流会 実行委員会  
日 時：平成24年11月8日(木) 10:00 ~ 17:30, 9日(金) 9:30 ~ 17:00  
場 所：アクセスサッポロ(札幌市)  
参加者：17,970名

4. 産学官連携推進会議<第11回>/イノベーション・ジャパン2012 同時開催  
【本学からの出展パネル】

「高温高压合成法を利用した新規熱電変換材料開発」  
もの創造系領域 准教授 関根 ちひろ

主 催：(独)科学技術振興機構  
(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構

共 催：文部科学省, 経済産業省, 内閣府  
日 時：平成24年9月27日(木) 9:30 ~ 17:30  
28日(金) 10:00 ~ 17:00

場 所：東京国際フォーラム(東京都)  
参加者：10,000名

5. 室蘭ものづくり軌跡フェア

【企業展示会】

「キャビテーションによる壊食作用の対策と利用」  
もの創造系領域 教授 風間 俊治

「高温高压合成法を利用した新規熱電変換材料開発」  
もの創造系領域 准教授 関根 ちひろ

「加圧水型同軸熱交換方式による地熱発電の実証試験」  
環境・エネルギーシステム材料研究機構(OASI)

「フレームが振動しないスピーカーシステム」  
音響工学研究室(鏡研究室)

「高照度光療法器の開発」  
ひと文化系領域 准教授 三浦 淳  
もの創造系領域 教授 相津 佳永  
もの創造系領域 准教授 湯浅 友典

主 催：室蘭開港140年市制施行90年記念事業  
「室蘭ものづくり軌跡フェア」実行委員会  
構成 室蘭市と室蘭テクノセンター, 室蘭商工会議所 他  
日 時：平成24年10月26日(金) 11:30 ~ 17:00, 27日(土) 10:00 ~ 16:00  
場 所：室蘭市市民会館  
参加者：650名

6. AUTM Asia 2013 Kyoto 国際シンポジウム(第3回 AUTM-Asia シンポジウム)

【本学からの出展パネル】

「Advanced type of ship recycling project in Muroran」  
もの創造系領域 教授 清水 一道

「Innovative Project of Research Center for Environmentally Friendly Materials Engineering

- Betula Platyphylla and Old Clothes Suggested as Basis for Plastics -」

もの創造系領域 助教 葛谷 俊博

くらし環境系領域 助教 馬渡 康輝

くらし環境系領域 特任教授 田畑 昌祥

もの創造系領域 教授 平井 伸治

日 時：平成 25 年 3 月 20 日(水)

21 日(木) 9：00 ～ 18：00

22 日(金) 9：00 ～ 12：30

場 所：公益財団法人 国立京都国際会館(京都市)

## 6. 広報(2 件)

### (1) 定期刊行物(平成 25 年 3 月)(3 件)

1. 研究報告 No.23

2. センターニュース No.25

3. ニュースレター No.100

### (2) 学内講義棟での展示(1 件)

教員の研究シーズパネル展示(16 テーマ/1.5 月)

**室蘭工業大学  
地域共同研究開発センター**

〒050-8585 室蘭市水元町27番1号

URL <http://www.muroran-it.ac.jp/crd/>

E-mail [crd@mmm.muroran-it.ac.jp](mailto:crd@mmm.muroran-it.ac.jp)

TEL (0143)46-5860

FAX (0143)46-5879