



室蘭工業大学

学術資源アーカイブ

Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive



室蘭工業大学地域共同研究開発センター研究報告  
No. 25 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: 2016-07-05 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/10258/00008991">http://hdl.handle.net/10258/00008991</a>

室蘭工業大学

# 地域共同研究開発センター 研究報告

No. 25



Feb. 2015



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

# — 目 次 —

## 【平成 25 年度 共同研究プロジェクト成果】

- (1) 環境負荷を低減する汎用型高炉セメントの創生・・・・・・・・・・・・・・・・ 1  
佐川 孝広, 濱 幸雄, 菅田 紀之, 岸本 嘉彦
- (2) 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・・・・・・・・ 6  
小室 雅人, 川瀬 良司, 栗橋 祐介, 岸 徳光
- (3) 連続繊維 (FRP) 板の接着による水中・海中コンクリート構造物の  
補修補強工法の開発に関する研究・・・・・・・・・・・・・・・・ 12  
三上 浩, 栗橋 祐介, 小室 雅人
- (4) 高品質鋳物製造へ向けての不純物除去技術の開発・・・・・・・・・・・・・・・・ 19  
木口 昭二, 清水 一道

## 【平成 25 年度 プレ共同研究成果】

- (1) 海洋環境での利用を目的とした耐食鋳鉄の開発と性能評価・・・・・・・・ 25  
長船 康裕, 藤原 貴志
- (2) 潮流発電機用のプロペラ構造に関する研究・・・・・・・・・・・・・・・・ 28  
吉井 徹, 清水 一道, 船曳 崇史
- (3) 大型ボールミル用耐摩耗鋳鉄の研究開発・・・・・・・・・・・・・・・・ 31  
春日 宏之, 清水 一道, 楠本 賢太
- (4) 小水力発電における効率的な水車構造の研究・・・・・・・・・・・・・・・・ 36  
佐藤 大介, 中津川 誠
- (5) ヘリコプター搭載型高分解能レーザースキャナーを用いた  
火山防災データ収集に関する研究・・・・・・・・・・・・・・・・ 40  
後藤 芳彦, 亀山 聖二
- (6) 廃棄物を原料とする温度調節機能を有する環境調和材料の創生・・・・・・・・ 43  
田畑 昌祥, 馬渡 康輝, 松本 和好

## 【第 25 回フロンティア技術検討会】

- テーマ:「地域における, 環境ビジネス循環社会の形成」・・・・・・・・ 47

## 【平成 25 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・・・・・・・・ 63

## 【平成 25 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・・・・・・・・ 67

## 【表紙写真】

上左: 第 3 回 M O T 実践講座

中左: 高度技術研修(札幌会場)

下左: 第 5 回 C R D セミナー(H26. 1. 20)

上右: 第 25 回フロンティア技術検討会

中右: 胆振次世代革新塾

下右: スーパー連携大学院 室蘭フォーラム

## 【平成 25 年度 共同研究プロジェクト成果】

# 環境負荷を低減する汎用型高炉セメントの創生

佐川 孝広\*1, 濱 幸雄\*2, 菅田 紀之\*2, 岸本 嘉彦\*2

## 1 はじめに

高炉セメントは CO<sub>2</sub> 排出量削減、産業副産物の有効利用の観点から利用拡大が望まれている。現在、我が国では高炉スラグ微粉末(以下、スラグ)を 40~45%程度混合した高炉セメント B 種が主に使用され、セメント全使用量の 20%程度を占める。しかし、普通ポルトランドセメント(OPC)と比較すると初期の強度発現が遅いこと等から、OPC と同等に使用することは一般に難しい。他方、混和材料を「広く薄く」使用することを想定した、OPC の少量混合成分の増量やスラグ混合率が 5~30%である高炉セメント A 種の検討の必要性について議論が進められている<sup>1)</sup>。例えば、日本建築学会 建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事では、高炉セメント A 種は OPC と同等に扱ってよいとされている。全セメント使用量の大半を占める OPC の代替として高炉セメント A 種を用いることができれば、CO<sub>2</sub> 排出量は全セメントとして大幅に抑制できるものと考えられる。このような観点から、近年では高炉セメント A 種に関する研究が盛んになりつつある<sup>2)~7)</sup>が十分ではなく、スラグ混合率に応じた強度特性等、基本的な物性に関する情報も十分ではない。さらに、スラグの反応は未解明な部分も多く、スラグの反応メカニズムや空隙構造の微細化、長期強度の増進といった高炉セメント硬化体の特徴的な現象を説明するメカニズムを解明する研究の必要性が指摘されている<sup>8)</sup>。高炉セメント A 種を対象とした詳細な水和反応解

析が行われた事例は少なく、スラグが共存した際のセメント鉱物の反応性の変化<sup>9)</sup>や、スラグの反応に及ぼす石灰石微粉末の影響<sup>10,11)</sup>、石こうの影響<sup>12)</sup>などは高炉セメント B 種領域でのスラグ混合率で行われた実験結果であり、これらのスラグ混合率の影響は必ずしも明確になっていない<sup>8)</sup>。

そこで本研究では、現在 JIS 規格はあるがほとんど生産されていない高炉セメント A 種に着目し、建築分野を含め、寒冷地でも利用可能な OPC 代替となる新たな汎用型高炉セメントの材料開発を最終目標とする。本報告では、高炉セメント A 種の強度発現に及ぼすスラグ混合率や無水石こう、石灰石微粉末の影響について検討を行い、さらに一部の水準で詳細な水和反応解析を実施した。

## 2 実験概要

### 2.1 使用材料

本研究では、研究用普通ポルトランドセメント(OPC)、高炉スラグ微粉末 4000(BFS, 石こう混和なし)、無水石こう(CS)および石灰石微粉末(LSP)を用い、モルタル圧縮強度およびセメントペーストによる水和反応解析を行った。結合材の化学組成を表 1 に示す。

### 2.2 モルタル圧縮強度

表 2 に実験計画を示す。シリーズ I、シリーズ II で作製した試験体を用いて圧縮試験を行った。シリーズ I ではポルトランドセメントの少量混合成分量が現行の JIS 規格の 5%から 10%に拡大されることを想定し、少量混合成分量を 10%一定とした条件において BFS と LSP の混合率を変化させた。シリーズ II では A 種相当の混合率において、表 2 に示すようなベースセメ

\*1：日鉄住金セメント株式会社

\*2：くらし環境系領域建築ユニット

表1 使用材料の化学組成

	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Blaine (cm <sup>2</sup> /g)	Chemical composition(%)								
			SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
OPC	3.16	3490	20.94	5.45	2.83	64.96	1.54	2.05	0.27	0.32	0.48
BFS	2.91	3930	34.03	14.36	0.83	43.28	6.51	-	0.46	0.18	0.31
CS	2.96	3030				40.50	55.68				
LSP	2.73	4640	51.67								

ント, BFS, LSP, CS の混合率をパラメーターとした実験水準とした. モルタル圧縮強度は, 表乾密度 2.57 g/cm<sup>3</sup> の天然砂を結合材砂比 1:3 としてモルタルを作製し, JIS A1108 により測定した. 試験体はφ5×10 cm の円柱とし, 5 °C および 20 °C の封緘養生とした. 測定材齢は, いずれの養生温度ともに積算温度で 30, 90, 210, 840, 2730°D・D (20 °C 養生で 1, 3, 7, 28, 91 日) とした.

### 2.3 ペースト試料の調製と水和反応解析

表3 に示す調査のセメントペーストをハンドミキサーにて 2 分間混練し, ブリーディングを抑制するため 7 時間程度練り置き後, 10 cm<sup>3</sup> のスチロール棒瓶に成型した. 以降の養生は 20 °C 封緘とし, 材齢 1, 3, 7, 28, 91 日にて強熱減量および粉末 X 線回折(XRD)の測定を行った. 材齢の経過した試料は脱型後粗砕し, 多量のアセトンにて水和停止後, 40 °C, 24 時間の乾燥を行った.

乾燥後の試料は, 振動ミルにて微粉砕した. スラグ反応率測定用試料は, 900 °C にて 30 分の加熱処理を行い, 未反応スラグを結晶化させた. このときの減量を高炉セメント系の強熱減量とし, OPC の強熱減量は 950°C にて測定した.

XRD の測定条件はターゲット CuKα, 管電圧 45kV, 管電流 40mA, 走査範囲 5-70 deg.2θ, ステップ幅 0.02 deg.とし, 半導体型高速検出器を用いた. リートベルト解析は SIROQUANT Ver3.0 を用いた. 水和試料と同条件にて, 平均粒径 3 μm のコランダム(α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)の XRD 測定を行い, これを外部標準試料としたリートベルト解析の外部標準法<sup>13~16)</sup>にてセメント解鉱物およびスラグ反応率, 水和生成物量を測定した. 解析における定量対象相は, 存在が認められた鉱物に応じて C<sub>3</sub>S(mono, tri), βC<sub>2</sub>S, C<sub>3</sub>A(cubic, ortho), C<sub>4</sub>AF, Periclase(MgO), Lime(CaO), 2 水石こう, 半水石こう, 無水石こう, Portlandite(CH), Calcite(CaCO<sub>3</sub>), エトリンサイト(Aft), モノサルフェート(AFm), Katoite(C<sub>3</sub>AH<sub>6</sub>), モノカーボネート(Mc), ヘミカーボネート(Hc), ハイドロタルサイト(HT), 加熱処理試料は Gehlenite(C<sub>2</sub>AS), Akermanite(C<sub>2</sub>MS<sub>2</sub>), Merwinite(C<sub>3</sub>MS<sub>2</sub>) を選定した. 未反応スラグ量は, C<sub>2</sub>AS, C<sub>2</sub>MS<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>MS<sub>2</sub> 定量値の合算量とした. 上

表2 実験計画

シリーズ名	セメント種類	W/B (%)	内割(%)		
			BFS	LSP	CS
シリーズI	OPC HPC	50	0	10	
			5	5	
			6	4	0
			7	3	1
			8	2	2
			10	0	
シリーズII	OPC HPC	50	0	0	
			15	2	0
			20	3	2
			25	4	
				5	
				0	
シリーズII	HPC	50	10	0	0
			15	3	1
			20		
			25		

表3 セメントペーストの調査

Sample	W/B (%)	Binder(%)			
		OPC	BFS	CS	LSP
OPC		100	-	-	-
BA	50	80			
CS		78	20		
LSP		74		2	4

記鉱物の結晶構造は, リートベルト解析ソフトウェアにプリセットされたデータを基本とし, Mc, HT については ICSD データベース<sup>17)</sup>の値を, Hc については文献<sup>18)</sup>の値をそれぞれ用いた.

## 3 実験結果および考察

### 3.1 モルタル圧縮強度

シリーズ I およびシリーズ II で得られた圧縮強度試験のうちの一部を以下に示す。図 1 には、シリーズ I のうち、OPC ベース、CS 0% で 20℃ 養生での圧縮強度を示す。ベースセメントが OPC で混合材量が 10% 一定の条件では、BFS や LSP を単独使用するよりも、両者を併用した方が圧縮強度は高くなった。

図 2 には、シリーズ II のうち、OPC ベースで 20℃ 養生での圧縮強度を示す。スラグ混合率の増加に伴い、圧縮強度は低下する傾向にあるが、CS の添加により材齢 1 日での圧縮強度は増大した。

図 3 および図 4 には、シリーズの II の実験結果を OPC 単独での圧縮強度との強度比として示す。図 3 は OPC ベース、図 4 は HPC ベースである。OPC ベースでは、CS の添加により材齢 1 日強度は OPC と同等以上となり、以降の材齢でスラグ混合率の増加に伴い強度はやや低下する傾向となった。またベースを HPC に変更することで、スラグを混合した場合でも材齢 1 日強度は OPC を上回り、以降の材齢ではスラグ混合率の影響は小さく、OPC と同程度の圧縮強度を示した。

### 3.2 反応率および水和生成物量

図 5 には各調合のセメント全体としての反応率とスラグ反応率を示す。一般に、主要なセメント鉱物である  $C_3S$  に比較してスラグ反応率は低く、その結果、高炉セメントの系全体としての反応率は OPC に比較して低くなった。スラグの反応率は BA の材齢 91 日で 63.7% となった。スラグ置換率が反応率に及ぼす影響については、既往の研究ではスラグ置換率が低下すると反応率は高くなることが報告されている<sup>19)</sup>。本研究ではスラグ置換率が 20% のみ実験を行ったが、筆者らの高炉セメント B 種を対象とした既報でのスラグ反応率は材齢 91 日で 40-50% 程度であり<sup>9)</sup>、これと比較すると高炉セメント A 種でのスラグ反応率は高くなった。また、CS や LSP の影響は、材齢 7 日までは CS、LSP の混和によりスラグの反応は促進し、材齢 28 日以降では無混和に比較して停滞する傾向が認められた。

図 6 には  $C_3S$  および  $C_2S$  の反応率を示す。スラグ共存時のセメント鉱物の反応は、 $C_3S$  は促進し、 $C_2S$  は遅延することが報告されている<sup>9,19,20)</sup>。OPC と BA を比較すると、本研究では  $C_3S$ 、 $C_2S$  のいずれもスラグの共存で反応率は同程度かやや促進したが、高炉セメント B 種と比較するとスラグの影響は小さい。また、CS の混和や CS と LSP が共存した場合、 $C_3S$  の初期水和反応は促進し、CS と LSP を併用した場合は  $C_2S$  の水和反応は抑制される傾向にあった。

図 7 には AFt および AFm 生成量を示す。ここでの

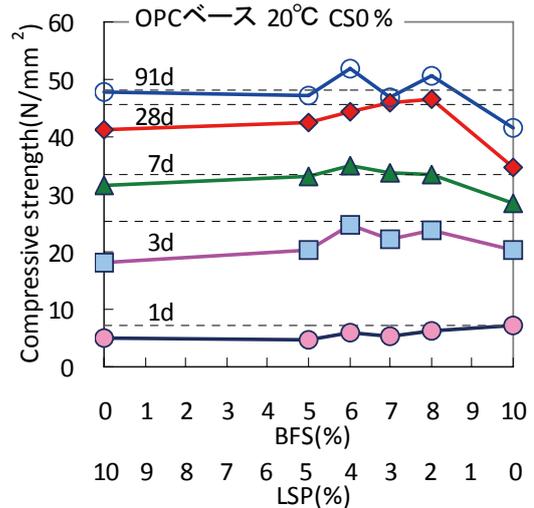


図 1 シリーズ I 圧縮強度

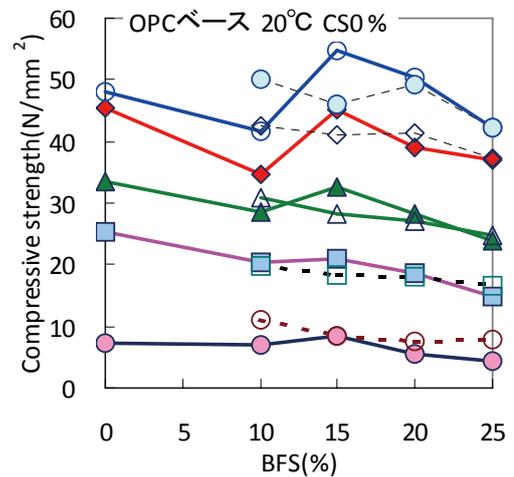


図 2 シリーズ II 圧縮強度  
(点線は CS 2%)

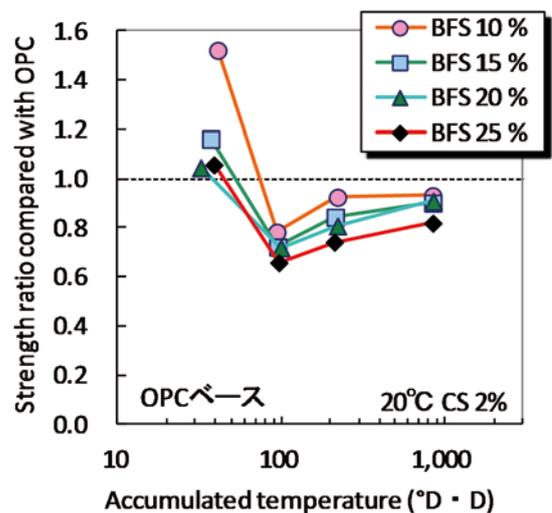


図 3 OPC に対する強度比(OPC ベース)

生成量は、測定試料あたりとした。AFt 生成量は OPC に比較して BA で少なく、またいずれも材齢 1 日での生成量が最も多く、長期材齢では消失した。CS では AFt の生成量は著しく増大し、材齢の経過とともに減少するが材齢 91 日においても残存した。LSP も同様に AFt 生成量は増大したが、材齢 91 日での残存量は CS よりも多くなった。

AFm の生成量はいずれの調査ともに材齢の経過により増大する傾向となった。OPC と BA を比較すると BA での AFm 生成量は多く、スラグの反応による AFm の生成が示唆された。また、図示はしていないが、LSP では AFm は生成せず Mc と Hc が生成し、Mc に比較して Hc の生成量が多かった。高炉セメントに石灰石微粉末が共存した系では AFm はほとんど生成せずにカーボネート系の水和物が生成すること、Mc よりも Hc の生成が卓越する結果は、スラグ置換率が 40% での既往の研究<sup>11)</sup>と、高炉セメント A 種を対象とした本研究で同様の傾向であった。

以上の水和反応解析の結果と、シリーズ II での OPC ベースのモルタル圧縮強度との関係を考察すると、CS の混和による材齢 1 日での圧縮強度の増大は、C<sub>3</sub>S およびスラグの水和反応の促進、AFt 生成量の増大等の影響が考えられる。以降の材齢では、水和反応の観点からは、CS や LSP の混和によるセメント鉱物やスラグの反応性の変化、水和生成物種類や量の変化が認められたが、これらが複合的に作用した結果として圧縮強度の変化は顕著には認められなかったと推測される。

#### 4 まとめ

本研究では、現在 JIS 規格はあるがほとんど生産されていない高炉セメント A 種に着目し、高炉セメント A 種の強度発現に及ぼすスラグ混合率や無水石こう (CS)、石灰石微粉末 (LSP) の影響について検討するとともに、詳細な水和反応解析を実施した。その結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) ポルトランドセメントの混合材量を 10% 一定としてスラグおよび LSP 量を変化させた際の圧縮強度は、スラグや LSP を単独で使用するよりも両者を併用した方が高強度を示した。
- 2) 普通ポルトランドセメント (OPC) をベースセメントとした場合、スラグ混合率が 10~25% の範囲で混合率が高いほど圧縮強度は低下する傾向にあった。CS の混和により材齢 1 日での圧縮強度は増大し、OPC 以上の強度を示した。

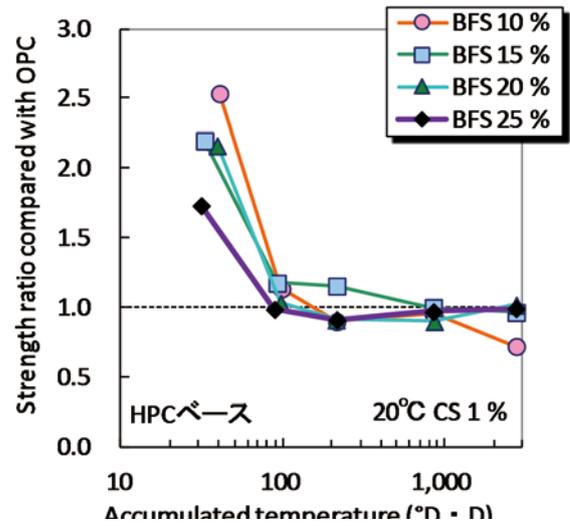


図 4 OPC に対する強度比(HPC ベース)

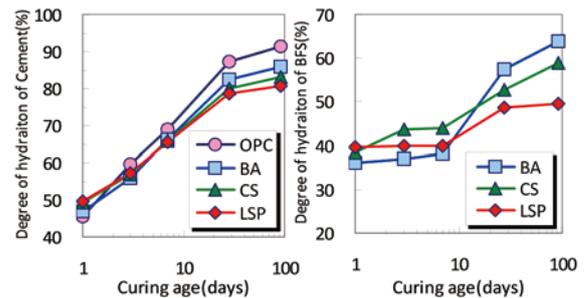


図 5 セメント全体およびスラグ反応率

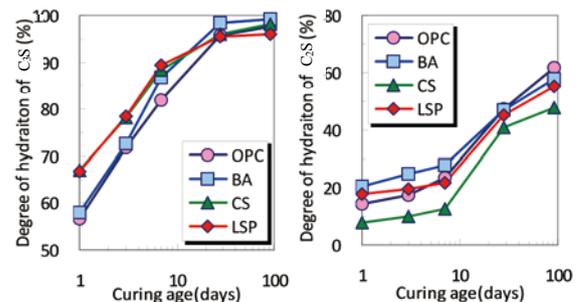


図 6 C<sub>3</sub>S および C<sub>2</sub>S 反応率

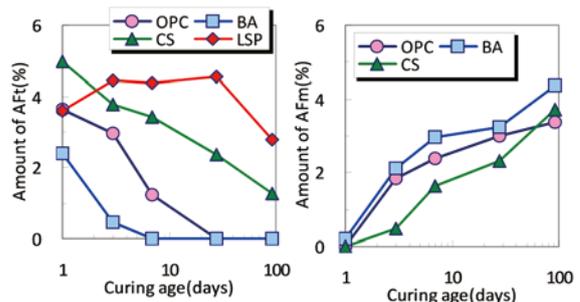


図 7 AFt および AFm 生成量

- 3) ベースセメントを早強セメントとした場合、材齢 1 日での圧縮強度は OPC を大きく上回り、以降の材齢では、スラグ混合率が 10~25 % の範囲で、スラグ混合率によらず圧縮強度は OPC と同程度となった。
- 4) OPC をベースセメントとし、スラグ混合率が 20 % の条件で水和反応解析を行った結果、CS の混和により材齢 1 日での C<sub>3</sub>S およびスラグの水和反応の促進、エトリンサイト生成量の増大が認められた。このことが圧縮強度が増大した要因と考えられた。
- 5) 材齢 3~91 日の範囲で、CS および LSP の混和により、高炉セメント A 種のセメント鉱物やスラグの反応性、水和生成物種や生成量は変化するが、これらが複合的に作用した結果として、圧縮強度の変化は顕著には認められなかったと推測された。

## 文 献

- 1) 福山智子：2013 年度日本建築学会大会(北海道)の概要報告，建築雑誌，Vol.20
- 2) 9，No.1654，p.43 (2014)
- 3) 宮澤伸吾ほか：化学組成を調整した高炉セメント A 種を用いたコンクリートの基礎性状，セメント・コンクリート論文集，No.64，pp.244-250 (2010)
- 4) 藤原浩巳ほか：低収縮型高炉セメント A 種を用いたコンクリートのひび割れ抵抗性に関する研究，セメント・コンクリート論文集，No.64，pp.265-271 (2010)
- 5) 谷田貝敦ほか：化学成分を調整した高炉セメント A 種のコンクリートの性質，日本コンクリート工学会，混和材を積極的に使用するコンクリートに関するシンポジウム論文集，pp.63-68 (2011)
- 6) 伊代田岳史ほか：高炉スラグ微粉末の特徴を最大限に活かした三成分系セメントの提案に向けた一考察，第 66 回セメント技術大会講演要旨，pp.284-285 (2012)
- 7) 谷田貝敦ほか：鉱物組成を調整したクリンカーを用いた高炉セメント A 種の特性，セメント・コンクリート論文集，Vol.66，pp.338-345 (2012)
- 8) 伊代田岳史，村上拡：耐久性向上と環境負荷低減を目的とした高炉セメント A 種への少量混合材の適用検討，コンクリート工学論文集，Vol.25，pp.125-134 (2014)
- 9) 伊代田岳史：高炉スラグ微粉末を大量使用したコンクリート，コンクリート工学，Vol.52，No.5，pp.409-414 (2014)
- 10) 佐川孝広，名和豊春：リートベルト法による高炉セメントの水和反応解析，コンクリート工学論文集，Vol.17，No.3，pp.1-11 (2006)
- 11) 佐川孝広，名和豊春：高炉セメントの水和反応に及ぼす石灰石微粉末の影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.29，No.1，pp.93-98 (2007)
- 12) S. Hoshino, K. Yamada and H. Hirao: XRD /Rietveld Analysis of the Hydration and Strength Development of Slag and Limestone Blended Cement, J. Adv. Concr. Technol., Vol.14, No.3, pp.357-367 (2006)
- 13) 坂井悦郎ほか：水和反応解析を利用した混合セメントの材料設計，セメント・コンクリート，No.694，pp.46-53 (2004)
- 14) D. Jansen *et al.*: Does Ordinary Portland Cement contain amorphous phase? A quantitative study using an external standard method, Powder Diffr. Vol.26, No.1, pp.31-38 (2011)
- 15) D. Jansen *et al.*: A remastered external standard method applied to the quantification of early OPC hydration, Cem. Concr. Res. Vol.41, pp.602-608 (2011)
- 16) D. Jansen *et al.*: The early hydration of Ordinary Portland Cement (OPC): An approach comparing measured heat flow with calculated heat flow from QXRD, Cem. Concr. Res. Vol.42, pp.134-138 (2012)
- 17) 佐川孝広，名和豊春：X 線回折外部標準法によるセメント系材料の水和反応解析，第 68 回セメント技術大会講演要旨，pp.42-43 (2014)
- 18) Fachinformationzentrum Karlsruhe and National Institute of Standards and Technology, Inorganic Crystal Structure Database, ICSD., 2006 <http://icsd.ill.fr/icsd/index.html>
- 19) Tomče Runčevski *et al.*: Crystal structures of calcium hemicarboaluminate and carbonated calcium hemicarboaluminate from synchrotron powder diffraction data, Acta Crystallogr. B, Vol.68, pp.493-500 (2012)
- 20) 坂井悦郎，井元晴丈，大門正機：高炉セメント硬化体の相組成と強度発現性，コンクリート工学年次論文集，Vol.26，No.1，pp.135-140 (2004)
- 21) 井元晴丈，坂井悦郎，大門正機：高炉スラグの定量手法と高炉セメントの水和反応解析，セメント・コンクリート，No.667，pp.58-63 (2002)

# 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

小室 雅人<sup>\*1</sup>, 川瀬 良司<sup>\*2</sup>, 栗橋 祐介<sup>\*1</sup>, 岸 徳光<sup>\*3</sup>

## 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たことより、今後建設後 50 年以上経過した橋梁は急激に増大する<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修・補強工法の開発は勿論のこと、劣化や損傷が橋梁の安全性に及ぼす影響を適切に評価することが重要である。

このような背景のもと、本論文では過去の地震によって強制加振を受けた三径間連続非合成鋼鈹桁橋の健全性の把握を目的に、ダンプトラックを用いた静載荷実験を実施した。また、建設時の設計図書を参考に詳細な有限要素解析モデルを構築し、数値解析を実施した。ここでは、上部工のたわみと主桁上下フランジのひずみに着目し、実験結果と数値解析結果との比較によって、地震時の強制加振によって生じた 2 次部材の角折れや主桁ウェブの道路軸直角方向への塑性変形による橋梁全体系の静的挙動特性に及ぼす影響に着目して検討を行った。なお、数値解析には構造解析用汎用プログラム ABAQUS<sup>2)</sup>を用いた。

## 2 橋梁概要

対象橋梁は、橋長 406.5 m、全幅 10.35 m の三連の三径間連続非合成鋼鈹桁橋であり、桁高 2.2 m の主桁 3

本から構成される。同橋は、昭和 31 年鋼道路橋設計示方書に準拠して設計され、供用開始後約 40 年を経過している。その間、幾つかの大きな地震による道路軸直角方向への強制加振によって、2 次部材の角折れや主桁上下フランジに水平方向偶力が作用してウェブに塑性変形（最大傾斜度  $\delta/H \approx 1/55$ 、 $H$ : ウェブ高、 $\delta$ : 最大水平変位量）が確認されている。

なお、本論文では、図 1 に示すように河川敷上にある A1 橋台から P3 橋脚間の一連（橋長 134.67 m）を対象とした。

## 3 静載荷実験概要

静載荷実験は、約 30 ton のダンプトラックを所定の位置に静止させることにより実施した。図 2 には、載荷位置および計測断面位置を示している。載荷ケースは、各径間中央の 3 断面（A～C）において、各断面に対し幅員方向に並列載荷（P）、および各桁上縦列載荷（G1～G3）の、全 12 ケース（3 断面×4 載荷パターン）である。表 1 には、載荷ケースを一覧にして示している。写真 1 には、載荷ケース B-G1 の実験状況を示している。

計測項目は、(1) 各径間の 1/8 点毎および中間支点近傍における主桁上下フランジの橋軸方向ひずみ（3 断面×3 主桁×上下 2 点 = 138 点）、(2) 各径間の 1/2 点における各主桁下端のたわみ（3 断面×3 主桁 = 9 点）である。

トラックの自重を含めた積載荷重は鋼製重錘を荷台に載せることにより調整し、各車軸にかかる荷重はポータブル型車両重量計を用いて計測、確認した。また、各径間中央のたわみに関しては、足場を介して固定された接触式変位計を用いて測定した。

\*1: 暮らし環境系領域 社会基盤ユニット

\*2: (株) 構研エンジニアリング

\*3: 釧路工業高等専門学校

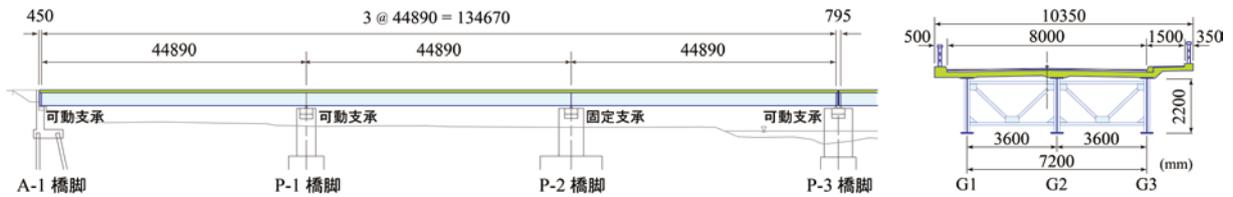
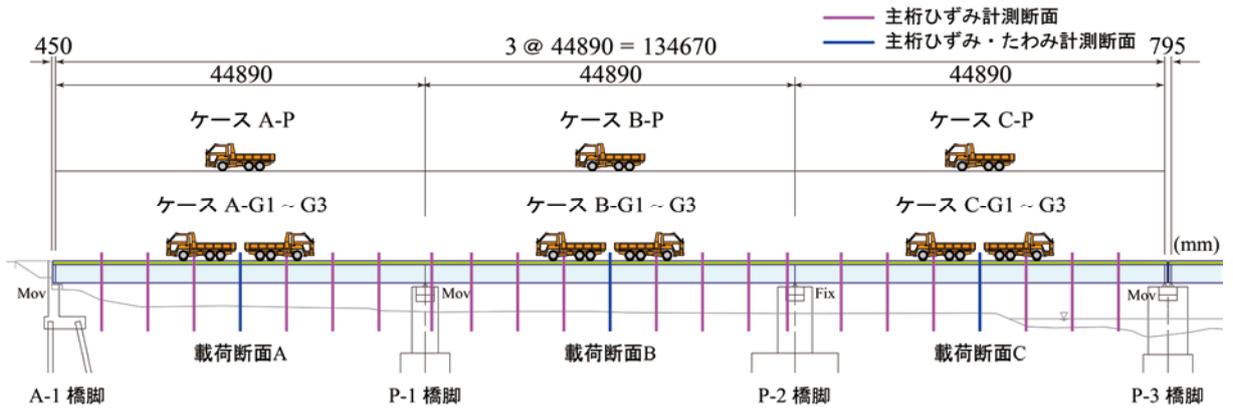
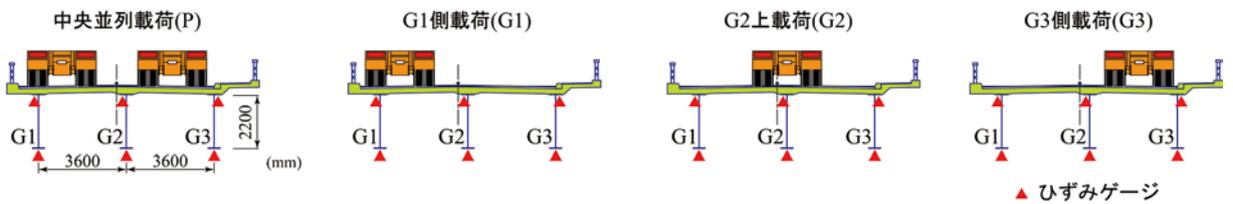


図1 橋梁一般図



(a) 側面図



(b) 断面図

図2 載荷位置，計測断面位置およびひずみゲージ貼付位置

表1 載荷ケース一覧

載荷ケース	ダンプトラックの位置	
	橋軸方向	幅員方向
A-P	A1～P1 径間 中央	中央並列
A-G1		G1 側
A-G2		G2 上
A-G3		G3 側
B-P	P1～P2 径間 中央	中央並列
B-G1		G1 側
B-G2		G2 上
B-G3		G3 側
C-P	P2～P3 径間 中央	中央並列
C-G1		G1 側
C-G2		G2 上
C-G3		G3 側



写真1 実験状況（載荷ケース B-G1）

#### 4 数値解析概要

図3には、本解析で用いた有限要素モデルの全体図および P2 橋脚近傍の拡大図を示している。本解析では、橋台や橋脚を除いた上部工のみをモデル化している。

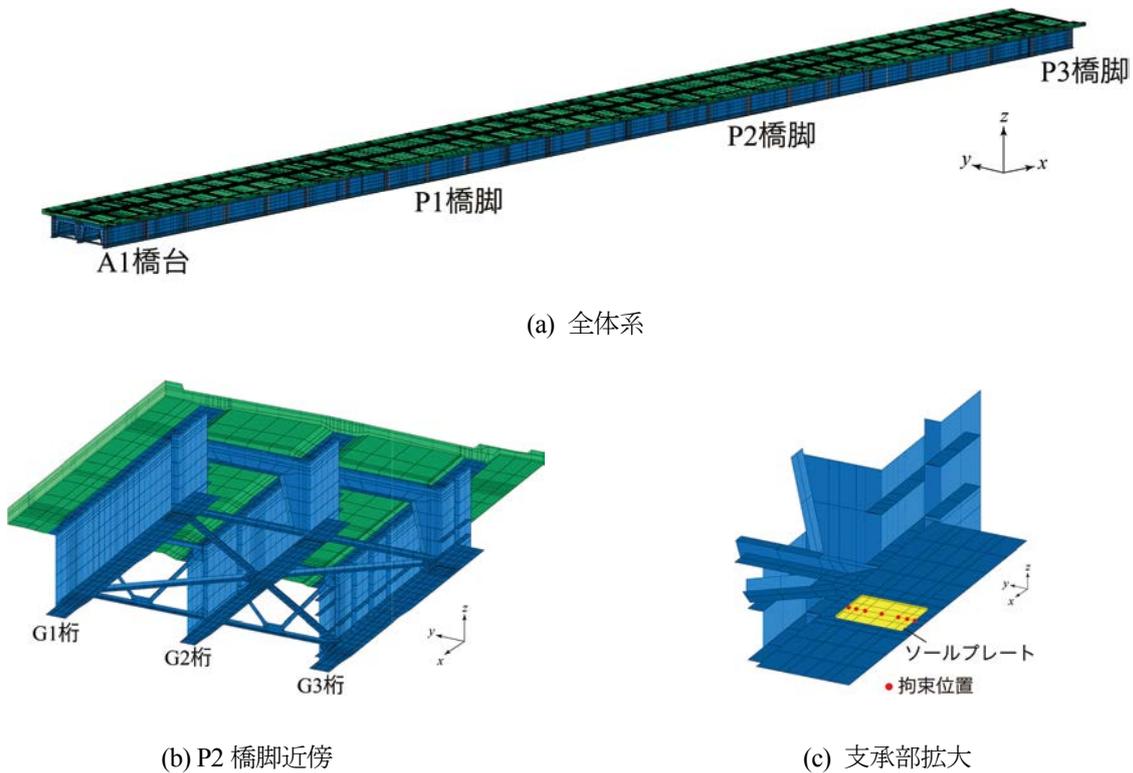


図3 三次元有限要素モデル

使用要素は、支承を除く鋼材部（主桁，横桁，対傾構，横構）には4節点シェル要素を，支承，床版，および舗装部には8節点ソリッド要素を用いた。

有限要素モデルは，建設当時の設計図書を参考に，可能な限り忠実に作成した。総節点数および総要素数は，それぞれ約168,000, 133,000である。なお，高欄に関しては，その剛性が小さいものと推察されることから，モデル化を省略した。また，フランジと床版の間は剛結条件とした。

境界条件は，(1) 設計条件に基づき理想的なローラー支承とした場合，および(2) 経年劣化により支承が十分に機能していないことを想定して，全ての支承をピン支承とした場合の2種類について検討を行った。

ダンプトラックによる荷重は，タイヤ接地部を要素分割し，その要素に分布荷重の形で与えることにより再現している。

表2には，解析で使用した材料物性値を一覧にして示している。なお，コンクリートの弾性係数は，現地床版からコア抜きを行い，圧縮強度からコンクリート標準示方書<sup>3)</sup>に準拠して決定した。また，アスファルトの弾性係数については，舗装設計便覧<sup>4)</sup>を参考に設定した。

表2 使用物性値一覧

使用材料	弾性係数 $E$ (GPa)	ポアソン比 $\nu$
RC	32.5	0.17
鋼材	200	0.30
アスファルト	9.8	0.35

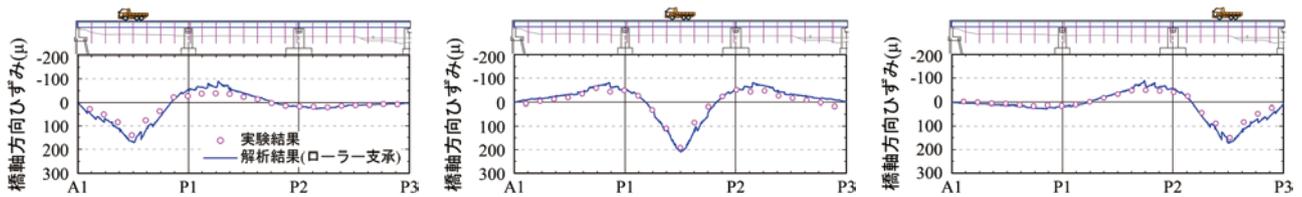
## 5 実験結果と数値解析結果および考察

### 5.1 主桁の橋軸方向ひずみ分布

図4は，中央並列荷重時（荷重ケースA-P, B-P, C-P）におけるG2桁下フランジの橋軸方向ひずみ分布を示している。なお，FEM解析結果に関しては，ローラー支承条件とし，シェル要素の最下面のひずみを用いている。

実験結果より，いずれの荷重ケースにおいても，荷重点直下では正曲げによる引張ひずみが生じているのに対し，中間支点付近では負曲げの影響により圧縮ひずみが生じていることが分かる。

また，荷重ケースA-PとC-Pのひずみ分布を比較すると，両者でほぼ対称な分布を示していることが確認

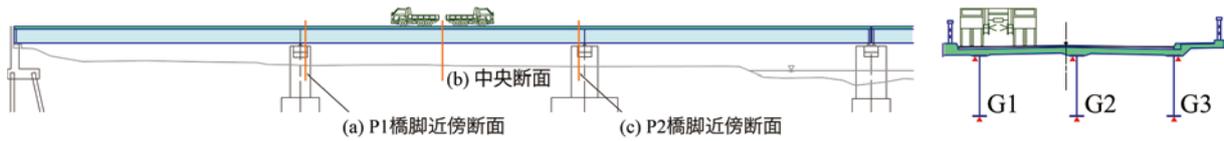


(a) ケース A-P

(b) ケース B-P

(c) ケース C-P

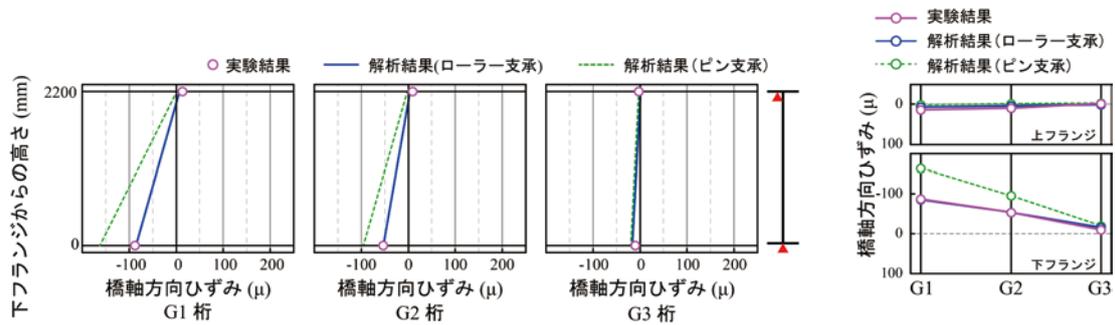
図4 主桁下フランジの橋軸方向ひずみ分布



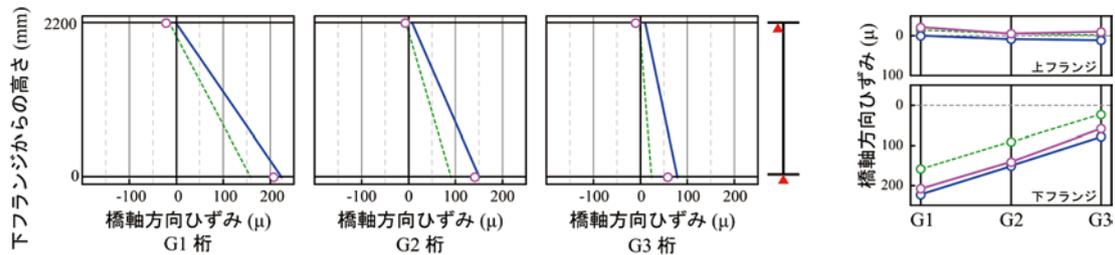
(a) P1橋脚近傍断面

(b) 中央断面

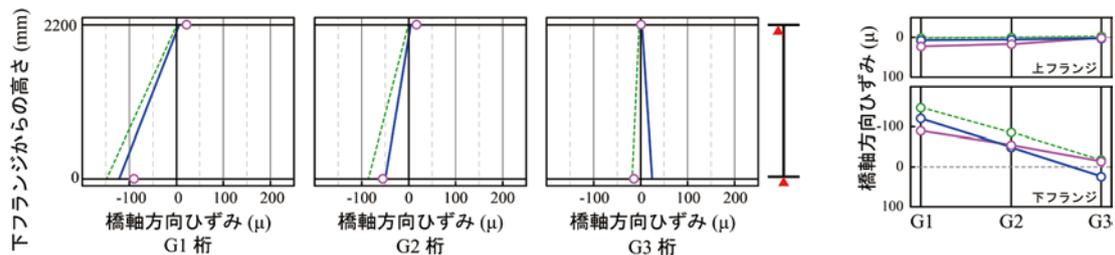
G1 G2 G3



(a) P1 橋脚近傍断面



(b) 中央断面



(c) P2 橋脚近傍断面

図5 主桁の橋軸方向ひずみ分布 (荷重ケース B-G1)

される。最大引張ひずみは、中央径間中央並列荷重 (荷重ケース B-P) で約 190  $\mu$  程度が生じている。また、理想的なローラー支承と仮定した数値解析結果を見ると、実験結果とほぼ類似のひずみ分布を示していることが分かる。以後の考察においては、最も大きなひずみが

発生する中央径間中央荷重 (荷重ケース B) に着目して検討を行う。

図5には、中央断面の G1 桁側に偏心荷重させたケース B-G1 における (a) P1 橋脚近傍、(b) 支間中央および (c) P2 橋脚近傍の3断面の主桁上下フランジの橋

表3 主桁の橋軸方向ひずみ一覧 (载荷ケース B-G1)

計測断面	フランジ位置	実験結果 ( $\mu$ )			数値解析結果 ( $\mu$ )					
		G1	G2	G3	ローラー支承			ピン支承		
					G1	G2	G3	G1	G2	G3
P1 橋脚 近傍断面	上フランジ	14.0	9.5	-2.0	7.3	3.4	1.3	1.2	-1.8	-3.2
	下フランジ	-87.0	-53.0	-10.0	-85.4	-53.2	-16.0	-163	-95.5	-19.3
中央断面	上フランジ	-21.5	-6.0	-10.0	-0.8	7.7	10.3	-14.7	-5.8	-1.8
	下フランジ	208	142	59.0	224	151	78.5	158	90.2	23.5
P2 橋脚 近傍断面	上フランジ	22.0	17.0	1.5	6.5	4.9	2.6	1.2	-0.7	-3.2
	下フランジ	-90.0	-54.5	-14.0	-121	-49.3	24.6	-148	-85.5	-17.8

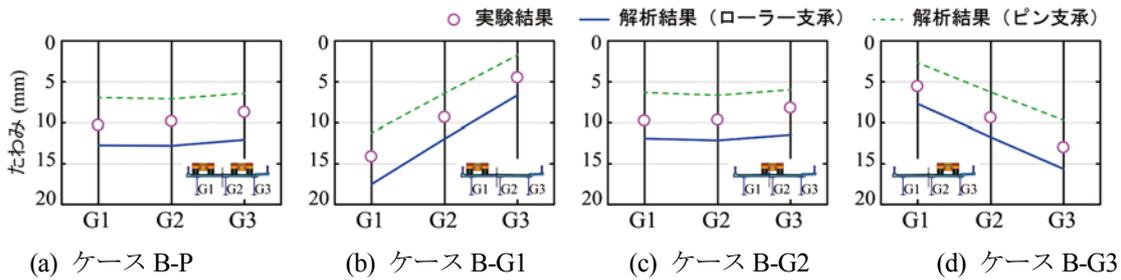


図6 主桁下端のたわみ (载荷ケース B)

軸方向ひずみ分布について示している。また、表3には、それらの値を一覧にして示している。

まず、(b) 図に示す载荷点直下断面における実験結果に着目すると、偏心载荷側 G1 桁下フランジで 208  $\mu$ 、上フランジで -22  $\mu$ 、非载荷側 G3 桁下フランジで 59  $\mu$ 、上フランジで -10  $\mu$  程度のひずみが発生しており、偏心载荷による影響が実験結果に反映されている。また、下フランジには引張ひずみ、上フランジには圧縮ひずみが生じていることから、中立軸はウェブ内に存在することが確認できる。(a)、(c) 図に示す橋脚近傍断面に着目すると、橋脚近傍断面では下フランジに圧縮ひずみ、上フランジに引張ひずみが生じており、負の曲げモーメントが作用していることが確認される。

次に、実験結果と解析結果の比較を行う。(b) 図に示す载荷点直下断面において、偏心载荷側 G1 桁下フランジのひずみは、ローラー支承と仮定した解析結果と実験結果がよく対応している。一方、非载荷側 G3 桁下フランジの実験結果は、ローラー支承とピン支承を仮定した解析結果の間に分布している。また、上フランジのひずみは、両解析結果とよく対応している。

支承条件の違いによる解析結果を比較すると、下フランジのひずみは支承条件の影響を大きく受けるものの、上フランジにおいてはその影響は小さい。

なお、設計条件では P1 橋脚はローラー支承、P2 橋

脚はピン支承であることから、数値解析結果では両橋脚近傍のひずみ分布は若干異なる。しかしながら、実験結果では両橋脚近傍の下フランジひずみはほぼ等しい値を示している。

これより、実験結果は数値解析結果と若干異なる傾向を示す箇所も存在するが、図4や図5、表3に示すように、主桁全体および各断面でのひずみ分布に関する数値解析結果が実験結果と大略一致していることより、地震の強制加振によって生じた桁の塑性変形による影響は比較的小さいことが推察される。

また、载荷ケース A、C に関しても、载荷ケース B と同様に、実験結果は数値解析結果と大略一致していることを確認している。

## 5.2 主桁下端のたわみ

図6には、ケース B における载荷点直下断面における各主桁下端のたわみについて、実験結果と解析結果を比較して示す。また、表4には、それらの値を一覧にして示す。

図6および表4より、断面中央での载荷ケース (B-P、B-G2) において、G1 桁のたわみが G3 桁のたわみよりも大きいことが分かる。例えば、並列载荷であるケース B-P の場合には、G1 桁で 10.2 mm のたわみに対して、G3 桁では 8.7 mm となっている。これは、対象橋

表 4 主桁下端たわみの一覧 (載荷ケース B)

載荷 ケース	幅員載荷 位置	実験結果 (mm)			数値解析結果 (mm)					
					ローラー支承			ピン支承		
		G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3
B-P	中央並列	10.2	9.8	8.7	12.8	12.9	12.2	7.1	7.2	6.5
B-G1	G1 桁側縦列	14.2	9.4	4.6	17.6	12.0	6.7	11.3	6.5	1.8
B-G2	G2 桁上縦列	9.8	9.7	8.2	12.0	12.2	11.5	6.4	6.7	6.0
B-G3	G3 桁側縦列	5.6	9.4	13.0	7.7	11.8	15.7	2.7	6.3	9.8

梁の G3 桁側に歩道が存在し、車道に対して主桁が対称に配置されていないことにより、いずれの載荷ケースにおいても若干 G1 桁側に偏心載荷状態になっていることに起因している。

また、実験結果と数値解析結果を比較すると、実験結果はローラー支承とピン支承を仮定した解析結果の間に分布していることが分かる。実際の橋梁では、ローラー支承においても摩擦等による抵抗が存在するため、理想的な条件とは異なる。これより、地震による強制加振によって生じた桁の塑性変形の影響は小さいものと推察される。なお、このような傾向は他径間での載荷実験においても確認している。

## 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) ABAQUS/Standard User's Manual, Ver. 6.11, ABAQUS Inc., 2011.
- 3) 土木学会：コンクリート標準示方書 設計編，2012。
- 4) 日本道路協会：舗装設計便覧，平成 18 年度版，2006。

## 6 まとめ

本研究では、地震によって強制加振を受けた既設橋梁に着目して、ダンプトラックによる静載荷実験と有限要素解析による数値解析を実施し、2 次部材の角折れや主桁ウェブにおける道路軸直角方向への塑性変形の影響に着目して検討を行った。

本研究の範囲内で得られた結果を整理すると、以下のように示される。

- (1) 主桁の橋軸方向ひずみ分布は、数値解析結果と大概一致する。
- (2) 主桁下端のたわみ分布は、支承部を理想状態と経年劣化を考慮した状態とする解析結果の間に分布する。
- (3) 以上より、地震による強制加振によって塑性変形が生じた本橋梁は、竣工当時と大差がなく、十分健全であることが示唆される。

# 連続繊維 (FRP) 板の接着による水中・海中コンクリート構造物の補修補強工法の開発に関する研究

三上 浩\*1, 栗橋 祐介\*2, 小室 雅人\*2

## 1 はじめに

近年、地震の巨大化や発生頻度の増加に伴い、耐震補強工事が急速に進められている。最近では、耐震補強工法の1つとして連続繊維シート (以後、FRP シート) 接着工法が数多く採用されている。ここで、河川橋脚等の水中構造物の耐震補強の場合には、いずれの補強工法に対しても施工部を乾燥状態にするために構造物周辺の仮締切工事を行うことが通例である。そのため、この種の構造物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を要することより、未だ限定的に実施されているのが実情である。これより、仮締切工事が不要で安価かつ効率的な工法の開発が喫緊の課題となっている。

著者らはこのことに着目し、予めアラミド繊維製 FRP シート (以後、AFRP 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

て接着補強する工法を考案し、その適用性について検討を行ってきた。既往の研究では、提案の工法を用いて曲げ補強した RC 梁や巻付け補強したコンクリート円柱試験体に関する載荷実験を行い、気中接着と同程度までの耐力の向上が可能であることを明らかにしている<sup>1), 2)</sup>。しかしながら、RC 梁に帯状の AFRP 板 (以後、AFRP 帯) を巻き付けて補強する水中せん断補強法の確立やその効果に関する研究は未だ行われていないのが現状である。また、水中構造物の耐震補強においては、せん断耐力の向上が求められる場合も多いことから、提案工法によるせん断補強効果を検討することにより、その汎用性を広げることが可能になるものと考えられる。

このような背景より、本研究では提案工法のせん断補強効果の検討を目的に、AFRP 帯を水中で巻付けた RC 梁の静載荷実験を行い、せん断補強効果や AFRP 帯のひずみ分布性状について検討を行った。

表 1 試験体一覧

試験体名	施工・養生環境	AFRP 帯幅 (mm)	設計曲げ耐力 $P_u$ (1) (kN)	設計せん断耐力 $2 \times V_u$ (kN)			せん断余裕度 (2) / (1)
				コンクリート分担分 $2 \times V_c$	AFRP 帯分担分 $2 \times V_{AF}$	合計 (2)	
N	気中	-	100.4	59.8		59.8	0.60
A-20		20			26.6	86.4	0.86
A-40		40			53.1	113	1.12
A-60		60			79.7	139	1.39
W-20	水中	20			26.6	86.4	0.86
W-40		40			53.1	113	1.12
W-60		60			79.7	139	1.39

\*1: 三井住友建設(株) (技術開発センター上席研究員)

\*2: 暮らし環境系領域



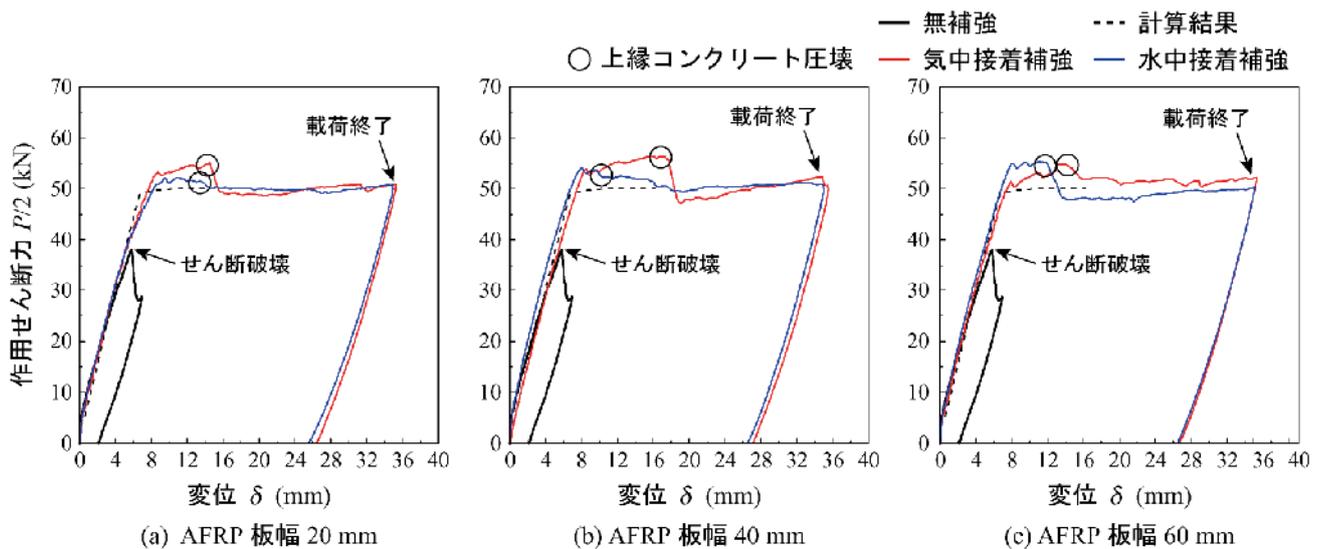


図2 各試験体における作用せん断力 ( $P/2$ ) - 変位関係の実験結果及び計算結果の比較

表4 パテ状接着樹脂の材料組成および性状

		主剤	硬化剤
主成分	変性エポキシ樹脂	変性ポリアミドアミン	
外観	白色パテ状	暗灰色パテ状	
比重	1.85	1.78	
配合比	1 : 1		
可使時間	30分 (at. 25 °C)		
硬化時間	2時間 (at. 25 °C)		

せん断力区間の6等分点とし、表2に示す保証耐力392 kN/mのAFRP帯を接着している。

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種類であり、いずれも2種混合型のエポキシ系接着樹脂である。AFRP帯とコンクリートの接着には、主剤、硬化剤ともに表4に示す材料組成および性状のパテ状の接着樹脂を用い、AFRP帯のラップ部分には、液状の接着樹脂を用いた。なお、パテ状の水中接着樹脂の接着性能は、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>5)</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、破壊時における強度の平均値は2.0 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判断される。

液状水中接着樹脂については、継手長を10 cm程度以上とすることでAFRP帯の保証耐力以上の付着力を確保できることを確認している。従って、AFRP帯の継手長はRC梁上面において13 cmとした。

## 2.2 RC梁の水中接着補強方法および実験方法

RC梁の水中接着補強は、大型の水槽を用いて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帯と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。

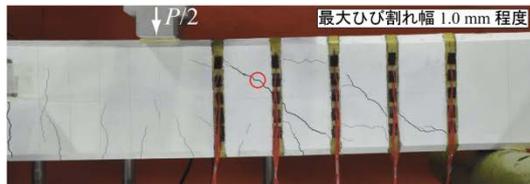
なお、上記の水中接着は専用の装置を用いて一面ずつ圧着し、接着樹脂の可使時間(30分程度)内にすべての面の接着を完了している。樹脂の厚さは圧着後3 mm程度になるように施工した。なお、気中接着補強の場合には、AFRPシートを汎用の含浸接着樹脂を用いて接着した。

載荷実験は、RC梁を単純支持状態で設置し、容量200 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。水中接着補強したRC梁の載荷実験は、試験体を水から引き揚げた後、ひずみゲ



(a) N 試験体

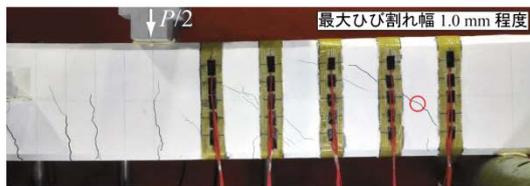
○ 最大ひび割れ幅測定位置



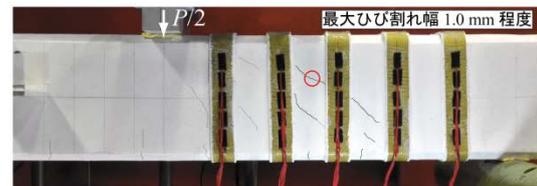
(b) A-20 試験体



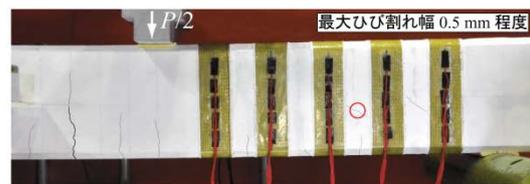
(e) W-20 試験体



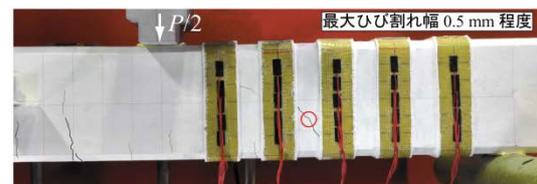
(c) A-40 試験体



(f) W-40 試験体



(d) A-60 試験体



(g) W-60 試験体

写真1 各試験体の最大荷重時のひび割れ性状

ージを貼り付けた後直ちに行うこととしている。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 AFRP 帯各点の巻付け方向ひずみである。また、実験時には RC 梁のひび割れを連続的に撮影し、実験終了時には破壊状況を撮影している。

### 3 実験結果と考察

#### 3.1 荷重－変位関係

図2には、各試験体の作用せん断力 ( $P/2$ )－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>3)</sup>に準拠して断面分割法により算出したものである。

図より、無補強の N 試験体は 40 kN 程度までほぼ線形に増加した後、急激に低下していることが認められる。実験時には、後述するようにスターラップを配筋していない片側せん断スパンのせん断破壊により終局に至っていることを確認している。

一方、補強試験体の場合には、いずれも荷重が 40kN に到達した後も増加していることが認められ

る。

また、荷重が 50～55 kN 程度で剛性勾配が急激に低下していることから、この時点で主鉄筋降伏に至っていることが認められる。これより、AFRP 補強材の幅や施工・養生環境にかかわらず、AFRP 帯を用いて水中せん断補強したことにより RC 梁の破壊形式がせん断破壊型から曲げ破壊型に移行したことが認められる。

#### 3.2 ひび割れ性状

写真1には、各試験体の最大荷重時のひび割れ性状を示している。写真より、N 試験体のひび割れは、載荷点から下端鉄筋配置位置近傍までアーチ状に発生し、さらに支点部に直線的に進展しせん断破壊に至っていることが認められる。実験時には、最大荷重到達後これらのひび割れが急激に開口して終局に至った。

一方、せん断補強した試験体のひび割れは載荷点から斜め下方に進展しているものの、ひび割れの本数や開口幅は AFRP 帯幅が大きい場合ほど小さく

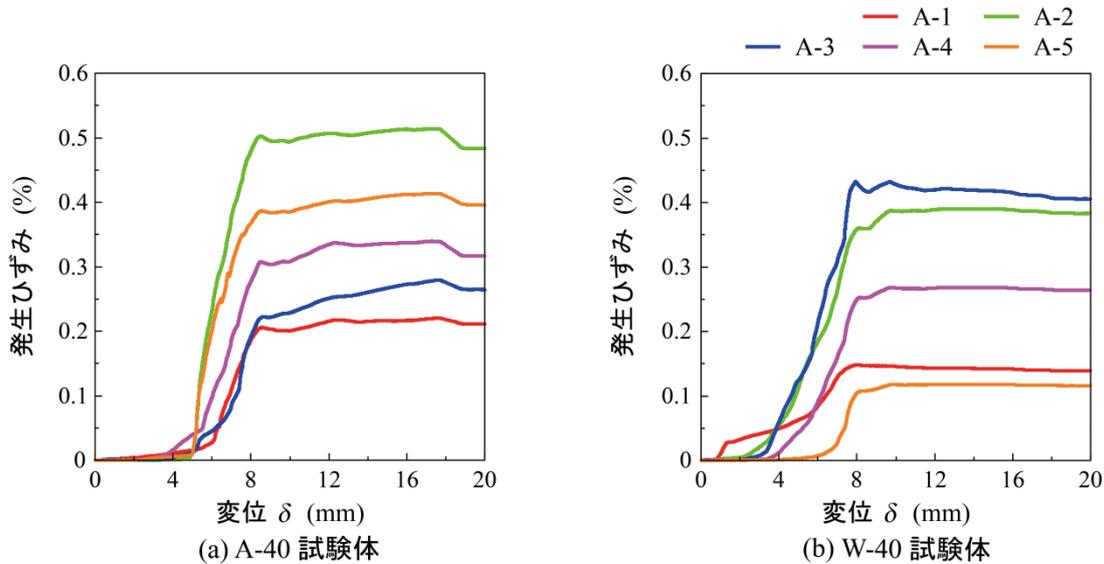


図3 AFRP 帯のひずみ-変位関係の一例

なる傾向にある。なお、W-20 試験体の場合には、斜めひび割れの開口に伴って AFRP 帯に発生するひずみが増大し、使用した接着樹脂の伸び率を超えたため、AFRP 帯が部分的に剥離したことを確認している。また、気中および水中接着補強した試験体の結果を見ると、AFRP 帯幅が 20 mm の場合を除き、両者はひび割れの発生位置が若干異なっているものの、ひび割れの本数や開口幅がほぼ同様の性状を示していることより、AFRP 帯に剥離が生じていない場合には水中においても気中で施工した場合と同様の補強効果を発揮しているものと判断される。

### 3.3 AFRP 帯のひずみ-変位関係

図3には、AFRP 帯の軸方向ひずみと変位の関係を A/W-40 試験体の場合について示している。ここで、AFRP 帯の呼称を載荷点側から支点側に向かって A-1~A-5 とする。また、図には各 AFRP 帯においてひずみ値が最も大きく示された測定値を示している(ひずみゲージ位置は図4参照)。

図より、A-40 試験体の場合には、いずれの AFRP 帯も変位  $\delta = 4 \sim 5$  mm 程度において、ひずみが急激に増加していることが分かる。また、変位  $\delta = 8$  mm 程度における主鉄筋降伏時以降では、各ひずみ値がほぼ一定値を示している。これは、主鉄筋降伏後において作用せん断力がほとんど増加していないことと対応している。各 AFRP 帯の最大ひずみは、A-1 の場合が最も小さく、A-2 の場合が最も大きい。これは、後述する斜めひび割れの発生状況と密接に関連している。

W-40 試験体の場合には、ひずみが急増する変位

が A-40 試験体の場合よりも若干小さいものの概ね同様の傾向を示している。また、ひずみが急激に増加し、主鉄筋降伏以降後に各ひずみ値がほぼ一定値を示す性状も、A-40 試験体の場合とほぼ同様である。なお、AFRP 帯の最大値は A-40 試験体の場合よりも 1000 $\mu$  程度小さい。これは、ひび割れ発生部とひずみゲージ貼付部との位置関係の影響が大きいものと考えられる。

これらの結果より、施工・養生環境にかかわらず、AFRP 帯は斜めひび割れ発生後、梁に作用するせん断力に対して有効に抵抗していることが分かる。このような性状は、A/W-20 および A/W-60 試験体においても同様であることを確認している。

### 3.4 AFRP 帯のひずみ分布

図4には、主鉄筋降伏時における AFRP 帯の各ひずみ測定点のひずみ分布性状を A/W-40 試験体について示している。図より、A/W-40 試験体ともに、各測定点のひずみ値は 0.25~0.5% 程度か、もしくは微小な値を示していることが認められる。また、前述のひび割れ性状(写真1)と比較すると、大きなひずみの発生位置とひび割れの発生位置が概ね対応していることが認められる。このことから、AFRP 帯は施工・養生環境にかかわらず、ひび割れ発生位置において、適切に補強効果を発揮しているものと判断される。

図5には、各補強試験体の最大荷重時における AFRP 帯のひずみ分布を示している。なお、ひずみ値には各 AFRP 帯に貼り付けた 5 点のひずみゲージ出力の最大値を用いている。図より、AFRP 帯の

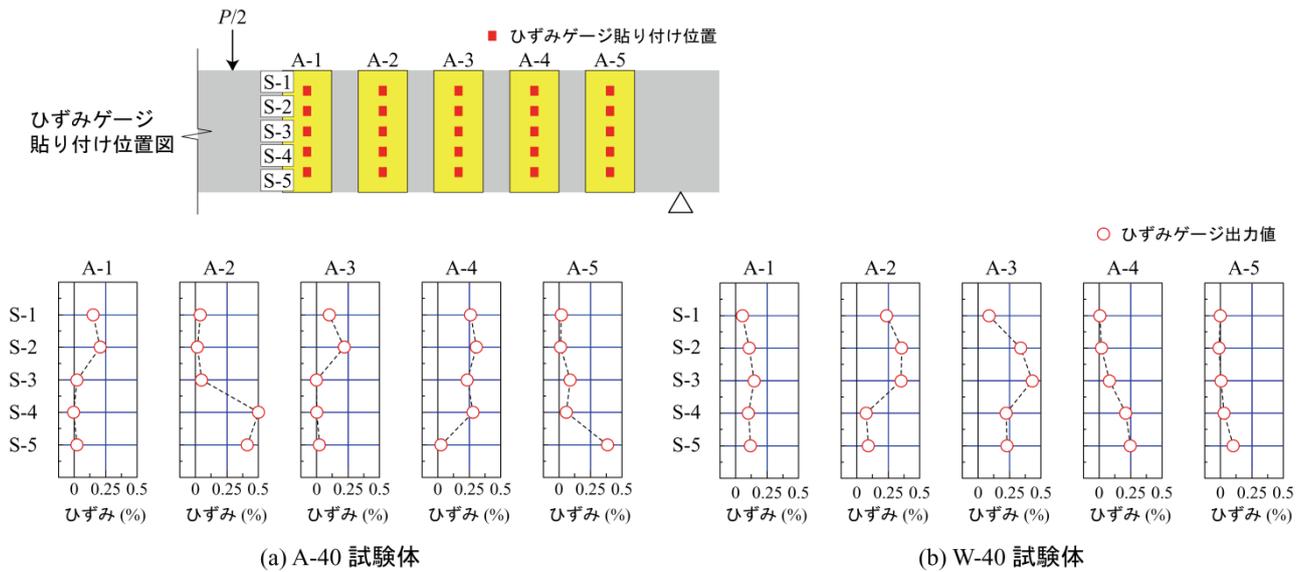


図4 主鉄筋降伏時における AFRP 帯各計測点のひずみ分布性状の一例

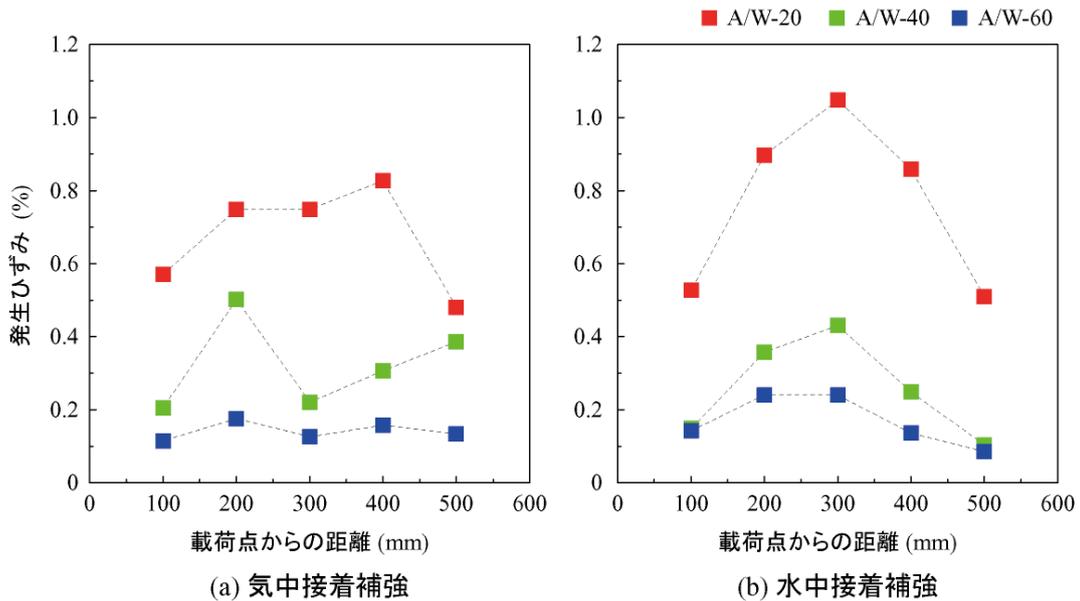


図5 主鉄筋降伏時における AFRP 帯最大ひずみの分布性状

発生ひずみは施工・養生環境にかかわらず、AFRP 帯幅が小さいほど大きく示される傾向にあることが分かる。これは、AFRP 帯幅が小さい場合において、AFRP 帯に生じる引張応力が大きいためである。従って、AFRP 帯幅が大きい場合ほど斜めひび割れの開口を抑制する効果は高いものと判断される。また、AFRP 帯幅が 20 mm の場合において、水中施工された AFRP 帯のひずみが気中施工の場合よりも大きい。これは、W-20 試験体の場合において AFRP 帯が部分的に剥離し、1 本の斜めひび割れが大きく開口したためと推察される。

### 3.5 AFRP 帯の作用引張応力

表5には、主鉄筋降伏時における AFRP 帯の作用引張応力の一覧を示している。なお、表中の AFRP 帯の換算引張応力は式(1)に基づき  $N$  に対する荷重増分から算定し、AFRP 帯の最大作用引張応力は AFRP 帯の最大ひずみから算定している。表より、いずれの試験体においても、AFRP 帯の最大作用引張応力は換算引張応力よりも小さく示されていることが分かる。特にこの傾向は幅が最も広い A/W-60 試験体で顕著である。これは、AFRP 帯の幅が増加することで補強材の断面積が増大するとともに、コ

表5 主鉄筋降伏時における AFRP 帯の作用引張応力

試験体名	作用せん断力 (kN)	N に対する荷重増分 (kN)	AFRP 帯の最大ひずみ (%)	AFRP 帯の換算引張応力* <sup>1</sup> (i) (MPa)	AFRP 帯の最大作用引張応力* <sup>2</sup> (ii) (MPa)	(ii) / (i)
N	38.1	-	-	-	-	-
A-20	53.3	15.2	0.83	1414	976	0.69
A-40	53.9	15.8	0.50	737	592	0.80
A-60	51.4	13.3	0.18	414	207	0.50
W-20	52.1	14.0	1.05	1304	1236	0.95
W-40	54.1	16.0	0.43	744	508	0.68
W-60	54.8	16.7	0.24	519	285	0.55

\*<sup>1</sup>: 式 (1) に基づき N に対する荷重増分から算定, \*<sup>2</sup>: AFRP 帯の最大ひずみから算定

ンクリート躯体がより広範囲に補強されて無補強区間が減少し、ひび割れの発生や進展が抑制されることに関連するものと推察される。

以上のことから、施工・養生方法にかかわらず式 (1) の AFRP 帯のせん断耐力分担分  $V_{AF}$  の算定式は、AFRP 帯に作用する引張応力を安全側に評価しているものと考えられる。

#### 4 まとめ

本研究では RC 梁の水中接着補強工法を確立することを目的として、水中接着樹脂と AFRP 帯を用いて水中巻付けせん断補強した RC 梁の静載荷実験を行った。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) 水中せん断補強により、せん断破壊型 RC 梁の破壊形式を曲げ破壊型に移行可能である。
- 2) 水中せん断補強した RC 梁は、気中せん断補強した梁とほぼ同程度の耐荷性能を発揮する。
- 3) 施工・養生環境にかかわらず、AFRP 帯幅を広くすることで、ひび割れの開口や AFRP 帯に発生するひずみの抑制効果が大きくなる。

#### 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 版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) 河本幸子, 栗橋祐介, 三上 浩, 岸 徳光: AFRP 板水中巻付け補強によるコンクリート円柱の耐荷性能向上効果, コンクリート工学年次論文集, Vol.35, No.2, pp.1315-1320, 2013.
- 3) 土木学会: コンクリート標準示方書[設計編], 土木学会, 2007.
- 4) アラミド補強研究会: アラミド繊維シートによる鉄筋コンクリート橋脚の補強工法設計・施工要領(案), 1998.
- 5) 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.

# 高品質鋳物製造へ向けての不純物除去技術の開発

木口 昭二\*<sup>1</sup>, 清水 一道\*<sup>2</sup>

## 1 はじめに

わが国で鋳鉄溶解の主源材料が銑鉄から鋼屑に移ったのは1970年代の後半である<sup>1)</sup>。その主因は溶解炉がキュポラから誘導電気炉(以下誘導炉と略記する)に移ったことによる。すなわち、キュポラ溶解では出湯組成は主として使用する原材料(銑鉄と鋼屑の配合比)と、ヨークス比に依存している。誘導炉では鋼屑100%の溶解も可能となり、鋼屑の方が銑鉄よりも安価なことも原因して、鋼屑主体の溶解が普及した。誘導炉の普及により鋼屑配合率の増大が可能となり、これに伴って鋼屑による不純物元素としてCr, Al, Tiなど<sup>1)</sup>の問題、そして加炭材によるN, Sの問題が生じた<sup>2)</sup>。また、その後、わが国の乗用車にメッキ鋼板が多量に使用されるようになり、鋼板によるZn, Pb<sup>1, 3)</sup>が問題になってきた。乗用車の燃費向上の要請から、軽量化を目的として高強度鋼板(ハイテン)の使用が加速し、新たにMn<sup>4, 5)</sup>, B<sup>6, 7)</sup>の問題が生じてきた。時代と共に鋳鉄溶解に対する課題は変化し続けていることがわかる。そして、この主原因は鋼屑の大量使用であり、常にこの問題は鋳鉄鋳物生産上の主要な課題となり続けている。これを避けるためには銑鉄使用率の増大か、精錬技術の開発による新しい除去技術の開発か、それら元素の無害化の検討が不可欠な時代になった<sup>8)</sup>。

そこで、本研究では、不純物元素の中からMnとSに着目した。これまでに黒鉛形状が鋳鉄の多孔質化処理(脱炭処理)に及ぼす影響について報告し<sup>9, 10)</sup>、化学組成、黒鉛の大きさ、処理温度、処理時間などによる影

響についていくつかの知見を得てきた。この中でSを添加すると多孔質化処理に大きく影響を与えることがわかった。片状黒鉛鋳鉄におけるSの役割は、組織及び機械的性質に関しては中江<sup>11)</sup>、千田ら<sup>12)</sup>によって報告されている。鋳鉄中に含まれているSはMnと共存するとMnSのような安定した硫化物になりやすい。従来、硫化物を形成するMnとSの相関関係は $Mn\% = 1.71S\%$ <sup>13)</sup>で知られている。本研究では以上のようなSとMnの相互作用を考慮し、S及びMnの含有量を変化させることによってS及びMnが片状黒鉛鋳鉄の多孔質化処理に与える影響について検討する。また、これら不純物元素の無害化手法と、有効活用について述べる。

## 2 実験方法

### 2.1 供試材の溶製

これまでの研究報告<sup>9, 10, 15, 16)</sup>と同様に、基本組成は片状黒鉛鋳鉄で、多孔質化処理における黒鉛の大きさ及び酸化物の生成を考慮して、Cを3.60mass%(以下、%と略す)、Siを3.0%とした。S含有量は電気炉溶解で生成される工業材料及びキュポラ溶解で生成される工業材料を想定し、0.02%, 0.10%, またそれらと比較する上で0.30%の3水準に、Mn含有量は $Mn\% = 1.7 \times S\% + 0.25$ とし、0.28%, 0.42%, 0.76%の3水準とMn含有量が極めて少ない0.10%以下の計4水準とした。

供試材は、10kg高周波炉を用い、 $\phi 30\text{mm} \times 150\text{mm}$ の丸棒試験片(炭酸ガス型)に溶製した。Table1に溶製した供試材の化学分析値を示す。また、それぞれの顕微

\*1: 近畿大学理工学部 機械工学科 教授

\*2: もの領域材料工学ユニット

鏡組織を Fig.1 に示す. S の含有量が少ない 0.02S 試料では, Mn の含有量が少なくても黒鉛の大きさは Fig.2 に示す ISO945 の 3~4 と大きい, 0.10S, 0.30S の試料のように, S と Mn が科学量論的に平衡な値よりも S 含有量が過剰な試料になると黒鉛はより細かくなっていくことがわかる.

Table 1 Chemical composition of specimens. (mass%)

No.	C	Si	Mn	P	S
0.10Mn0.02S	3.63	3.24	0.041	0.088	0.027
0.10Mn0.10S	3.67	3.19	0.036	0.091	0.100
0.10Mn0.30S	3.66	3.06	0.032	0.088	0.303
0.28Mn0.02S	3.75	3.31	0.306	0.096	0.035
0.28Mn0.10S	3.56	3.16	0.236	0.084	0.103
0.28Mn0.30S	3.72	2.86	0.295	0.085	0.320
0.42Mn0.02S	3.58	3.39	0.542	0.086	0.019
0.42Mn0.10S	3.43	3.49	0.456	0.070	0.112
0.42Mn0.30S	3.62	3.49	0.483	0.076	0.329
0.76Mn0.02S	3.55	3.51	0.782	0.075	0.026
0.76Mn0.10S	3.49	3.36	0.757	0.077	0.110
0.76Mn0.30S	3.65	3.37	0.815	0.078	0.318

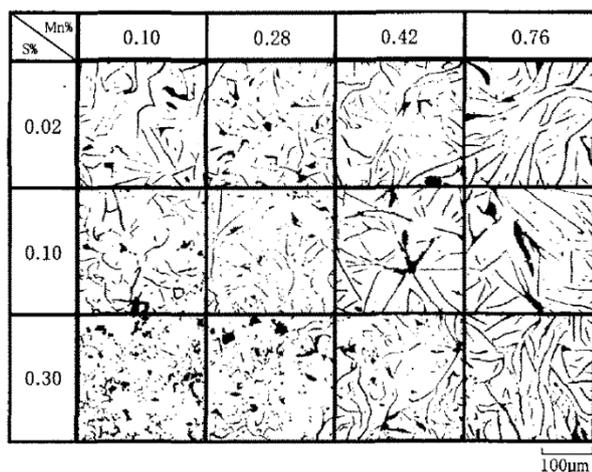


Fig. 1 Microstructure of specimens. (as cast)

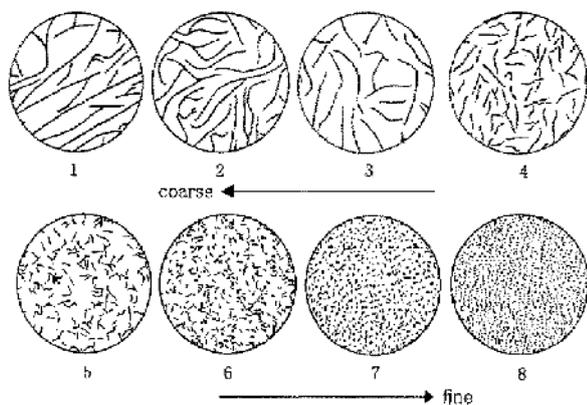


Fig. 2 Graphite size. (ISO 945)

## 2.2 一方向凝固処理

それぞれの供試材から約 22g を切り出し, 炉内温度 1623K, 昇降速度 0.002mm/s にて一方向凝固処理を行った. 一方向凝固処理後の化学組成は, Table1 と大きく変わらないと想定した. それぞれの顕微鏡組織を Fig.3 に示す. 各試料の黒鉛の大きさは 0.10Mn 0.02S, 0.28Mn0.30S を除き ISO945 の 1~2 の間にあることがわかる. 上記の 2 試料を除き, 黒鉛の大きさは多孔質化処理を行うのに十分粗大であり, 一方向凝固試料の多孔質化速度は, 黒鉛の大きさの差異による影響を考慮しなくてもよいといえる.

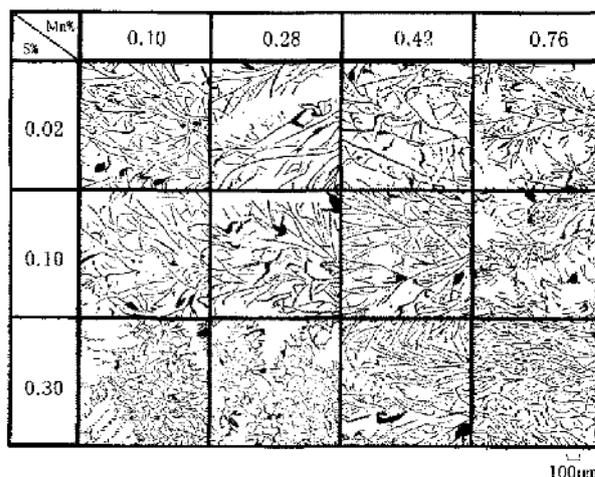


Fig. 3 Microstructure of specimens. (unidirectional solidification)

## 2.3 多孔質化処理

鑄放し試料は  $\phi 30\text{mm} \times 10\text{mm}$  に加工後, さらに扇形状に 4 等分し, 一方向凝固処理した試料は,  $\phi 13\text{mm} \times 10\text{mm}$  に加工後, さらに 2 等分した. 次に, 各試料をそれぞれエミリー紙で研磨後, スーパーカンタル炉中で高温酸化することによって多孔質化処理を行った. 処理条件は, 処理温度 1123K, 処理時間を 6, 9, 12h の 3 水準で変化させて行った. 多孔質化処理後, 表面と内部の酸化物の生成状況及び多孔質層の生成状況を調べるために試料を研磨, バフ琢磨し, 光学顕微鏡により組織観察を行った.

## 3 実験結果および考察

### 3.1 多孔質化処理(鑄放し試料)

鑄放し試料を多孔質化処理した結果の顕微鏡組織の一例を Fig.4~6 に示す. Fig.4~6 は処理時間 12h, Mn 含有量が 0.28%, S 含有量がそれぞれ 0.02%, 0.10%, 0.30% の試料である. Fig.4~6 から, 多孔質層深さは S

含有量が増加すると明らかに減少していくことがわかり、酸化層深さはS含有量が増加すると逆に増加した。0.10Mnの試料においては、S含有量が違っても、それぞれの処理時間において多孔質層の生成量に大きな差は無く、しかも外部酸化層・内部酸化層はS含有量、処理時間に係わらずともこれまでの研究の結果よりも多量に生成されることがわかる。一方、0.28Mnや0.42Mnの試料では、それぞれの処理時間においてSの含有量が多いほど多孔質層の生成量が少なく、酸化層も多量に生成される。特に、MnとSと平衡して存在する状態よりもSが過剰なほど多孔質層の生成量が少なくなることがわかる。また、MnがSに対して過剰に含有されている0.76Mnの試料では、多孔質層の生成量はS含有量の違いに係わらず全体的に多かった。しかしながら、これまでの研究から多孔質層の生成速度は黒鉛の大きさに大きく影響を受けることがわかっているため、黒鉛の大きさの影響も考慮しなければならない。鑄放し試料での黒鉛の大きさは、ISO945でいう3~5とばらつきが大きい。したがって、鑄放し試料での多孔質層の生成速度の大きさの違いがSやMnの影響であるのか、または黒鉛の大きさの影響であるのかを判別することはできない。

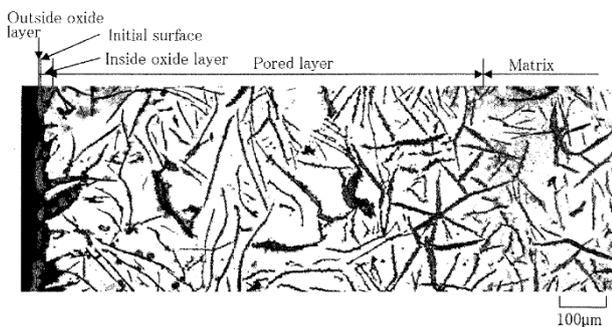


Fig. 4 Microstructure of decarburized flake graphite cast iron. (as cast, 0.28Mn 0.02S, holding time; 12h)

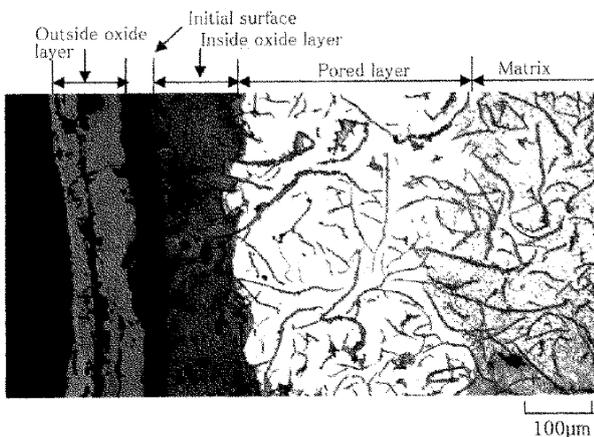


Fig. 5 Microstructure of decarburized flake graphite cast iron. (as cast, 0.28Mn 0.10S, holding time; 12h)

### 3.2 多孔質化処理(一方向凝固試料)

黒鉛の大きさの影響を極力抑えるために、一方向凝固処理を行うことによって各試料の黒鉛の大きさをできる限りそろえた。一方向処理後の各試料を多孔質化処理し、前項と同様に外部酸化層、内部酸化層、多孔質層の深さを測定した。多孔質層の生成速度及び酸化層の生成量は鑄放し試料の結果と同様の傾向を示した。一方向凝固処理を行った試料は、黒鉛の大きさが全て揃っているとはいえないが、ISO945でいう1~2と鑄放し試料に比べて十分粗大であり、多孔質化処理において黒鉛の大きさの影響を受けにくいと考えられる。ここで、黒鉛の大きさと多孔質層の深さとの関係をFig.7に示す。鑄放し試料では、確かにS含有量が多いほど多孔質層の生成量は少ないが、黒鉛の大きさも3~5と大きいため、SやMnの影響であるのか区別できない。一方、一方向凝固試料では、黒鉛の大きさがほぼ同じであるにも関わらず、多孔質層の生成量に大きく差が出た。したがって、これはS及びMnの影響と考えられる。

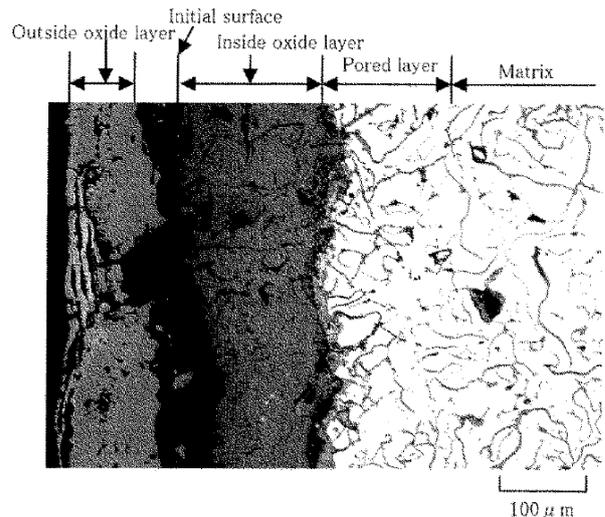


Fig. 6 Microstructure of decarburized flake graphite cast iron. (as cast, 0.28Mn 0.30S, holding time; 12h)

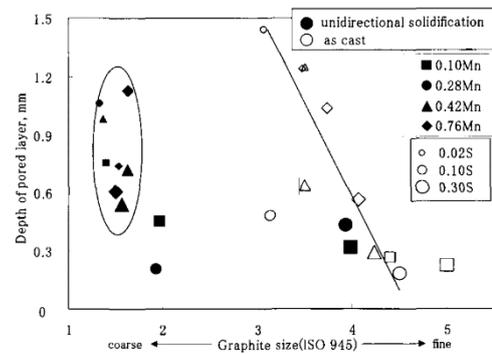


Fig. 7 Relationship between pored layer and graphite size. (holding time; 12h)

### 3.3 硫黄及びマンガンの影響

S 及び Mn がどのように多孔質化処理に影響を及ぼしているのかを検討する。鑄鉄中で S 及び Mn が共存している状態では、凝固時に MnS のような安定した硫化物になりやすい。加えて、MnS の融点は 1800K 以上と非常に高い。本研究における多孔質化処理温度 1123K 付近では、MnS が分解し、基地中に溶解すると考えるのは困難である。すなわち、鑄鉄中の MnS が多孔質化処理に影響を及ぼすことは考えにくい。したがって、Mn 及び S は鑄鉄中で MnS として存在する以外では、基地組織中にそれぞれ固溶しているため、多孔質化処理に及ぼす要因としては、基地組織中に固溶している溶存 S、溶存 Mn の影響が考えられる。一般的に鑄鉄中で S は、一定量までは黒鉛化促進元素として作用するが、一定量を超えると逆に黒鉛化阻害元素として作用すると言われている<sup>12, 16)</sup>。本研究においても、Mn 含有量に対して S 含有量が過剰な状態では、黒鉛形態が細かくなっていくことが確認された。したがって、黒鉛形態の影響をなるべく排除するために、一方向凝固処理した試料を用いて多孔質化処理した試料において、溶存 S と多孔質層の生成速度との関係を検討した。Fig.8 に溶存 S と多孔質層の生成速度との関係を示す。溶存 S は、全 S 含有量から MnS の S% を引いた量であり、 $[\text{溶存 S}] = \text{S} - |(\text{Mn} \cdot 0.25) / 1.7|$  とした。なお、 $\text{Mn} \times \text{S}$  の値が 0.01 を超えないならば、MnS は生成しないことが確認されている<sup>14, 15)</sup>。したがって、0.10Mn の試料では、MnS が生成されないとし、溶存 S = 全 S 含有量とした。

Fig.8 において横軸は溶存 S 量を示しているが、実際には溶存 S 量がマイナスになることはない。Fig.8 におけるマイナス領域というのは、S 含有量に対して MnS を生成するのに必要以上の Mn 含有量が存在する領域、つまり、S 含有量に対して Mn 含有量が過剰に存在する状態を示している。なお、このマイナス領域においても S はすべて MnS として存在せず、溶存 S としてわずかに存在していることは確認されている<sup>14)</sup>。

また、プラスの領域は Mn 含有量に対して S 含有量が過剰に存在している状態を示している。Fig.8 から溶存 S が多いほど、つまり S 含有量に対して Mn 含有量が少ないほど多孔質化層の生成速度が小さいことがわかる。また、溶存 S がマイナスの試料、つまり S 含有量に対して Mn 含有量が過剰に存在している試料においては、一定量までは Mn 含有量が多くなるにしたがって多孔質層の生成速度も大きくなっていくことがわかる。したがって、Mn 含有量は S 含有量に対して、MnS を生成する以上に過剰に存在することが望ましいこと

がわかる。では、なぜ Mn 含有量に対して S 含有量が過剰に存在すると多孔質化処理に影響するのかを検討する。Fig.9 に示す酸化還元平衡図からわかるように、通常、1123K における鑄鉄中の酸化還元反応では、Si、Mn、C、CO、Fe、FeO、S、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> の順に酸化還元反応が起こる。中でも Si は、優先酸化されることによって鉄基地の酸化を抑制する。本実験では 3% 含有しているため十分に鉄基地の酸化を抑制することによって、単位時間当たりの鉄基地の酸化に消費される酸素を抑制し、C の酸化を促進する。しかしながら、S 含有量が過剰であると、硫黄化合物が生じ、金属の酸化を促進することが知られている<sup>17)</sup>。したがって、S 含有量の増加に伴って金属酸化物が優先的に、しかも過剰に生成される。この時、金属酸化物を生成するのに必要な酸素量は増加するが、単位時間当たりに供給される酸素の量は変わらないので、単位時間当たりに C が酸化するための酸素量は当然減少する。すなわち、S 含有量が少ない状態では、酸素は Si、Mn、C を酸化することに主として使用されたが、S を過剰に含有すると、Si、Mn を酸化する酸素の量は同じであるが、それに加えて Fe を酸化することに大部分が消費されるため、C を酸化する酸素の量が減少し、C の酸化量が減少したと考えられる。したがって、S 含有量が多いほど多孔質層の生成速度が小さくなることがわかる。

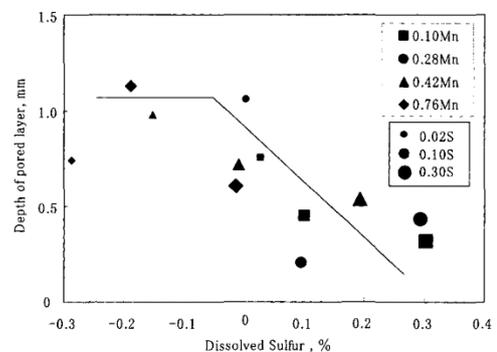


Fig. 8 Relationship between pore layer and retained S. (unidirectional solidification, holding time; 12h)

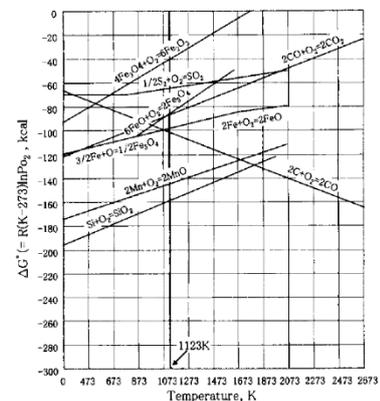


Fig. 9 The redox equilibrium diagram.

#### 4.1 化合物化による無害化

有害不純物元素は単体で溶湯中に存在することで害をなす。例えば、Mn はパーライト化元素であり、S もパーライト化元素である。しかし、Mn と S が化合して MnS を形成すると両者の合金作用は消失し、パーライト化作用はなくなり、無害化(フェライト化)できる。また、Mg と S が反応して MgS を形成すると、Mg の球状化作用は消失する。これと同様に、RE 添加による B の無害化には LaB<sub>6</sub>、CeB<sub>6</sub>、PrB<sub>6</sub>、NdB<sub>6</sub>、SmB<sub>6</sub>、GdB<sub>6</sub>、CaB<sub>6</sub>、TbB<sub>6</sub>などが、N による無害化には BN が考えられる。前述したフィッシャー欠陥の発生防止に Ti が有効なもの TiN を形成することによっている。一方で、TiS の無害化には TiS、TiN、TiCN 等があり、Pb の無害化には PbF<sub>2</sub>、La<sub>2</sub>Pb、LaPb、LaPb<sub>2</sub>などが報告<sup>18)</sup>されているが、これらの効果は明白にはされていない。

#### 4.2 合金効果の打ち消しによる無害化・有効活用

Mn と B は共にパーライト安定化元素である。しかし、特殊な条件下(高 Mn 球状黒鉛鑄鉄)では、B はフェライト生成元素として作用する<sup>7)</sup>。そこで、両者を同時に組み合わせることで、それぞれの効果の打ち消しが考えられる。すると、高 Mn 組成でも FCD350 クラスの高い延性を備えた B 添加球状黒鉛鑄鉄製造の可能性も考えられる。また、晴山ら<sup>19)</sup>、小綿ら<sup>20)</sup>は、鋼屑の Mn が増大することを逆手にとって、高強度鑄鉄の開発を提案している。

さらに、例えばチャンキー黒鉛の生成防止手段として、Si の無害化に Sn<sup>21)</sup>、Ce の無害化に Sb<sup>22)</sup>などが用いていること知られているが、その原因は明確にはされていない。これらは工業的に有効な手段として用いられている。

#### 4.3 結晶粒微細化による無害化

一つの結晶粒が大きいと、その粒界への偏析は微細な結晶に比べて大きくなる。すると、結晶粒の微細化も偏析量の低減を介して一種の希釈効果を有すると考えるべきであろう。黒鉛粒数の増加がチャンキー黒鉛の防止に有効であるとする説<sup>23)</sup>、接種によるステタイト生成量の低減などはこの機構でも説明できる。また、ブルスアイ組織を有する球状黒鉛鑄鉄では、黒鉛粒数を増大させるとフェライト面積率が増大する。これなども結晶粒微細化の効果といえよう。この様に、結晶粒の微細化も有害元素の無害化手段として有効である。

黒鉛の大きさを変化させる元素である S と、S と結合して硫化物を形成する Mn について考察し、一方向凝固実験を混じえて、片状黒鉛鑄鉄の多孔質化処理について検討し、また除去技術についても調査研究した。その結果、以下の結論が得られた。

- (1) 鑄放し試料においても一方向凝固試料においても、Mn 含有量に対して S 含有量が多くなると、酸化層が多量に生成される。
- (2) S 量が MnS を生成する以上に含有されるほど、多孔質層の生成速度は小さくなる。
- (3) 片状黒鉛鑄鉄における多孔質層の生成速度の違いは、黒鉛の大きさによる影響よりもむしろ S による影響のほうが大きい。
- (4) S の含有量が増加すると、単位時間あたりに供給される酸素は、鉄基地の酸化に主として消費されるので多孔質層の生成速度が小さくなる。
- (5) 不純物元素の除去を目的とした製錬炉の組み合わせなどを考える必要がある。新しい製錬・溶解炉の開発すなわち、真空・バブリング炉、新しい回転炉や、新しい合金添加法の開発(RE や微量元素の添加)、例えばワイヤーインジェクションなどのプロセス制御が考えられる。

#### 文 献

- (1) 中江秀雄, 菅野利猛, 川崎道夫 鑄造工学 68, 1996, p348
- (2) 岡田千里, 中江秀雄, 祖父江昌久, 横井和明 鑄物 45, 1973, p896
- (3) 坂元哲夫, 奥田洋一郎, 今崎正典 鑄物 59, 1987, p133
- (4) 小綿利憲, 堀江皓, 晴山巧, 相田平, 三宅誠 鑄造工学 75, 2003, p743
- (5) 堀江皓, 小綿利憲, 島山智宏, 鈴木克己, 柿崎みな子 鑄造工学 78, 2006, p351
- (6) 梅原弘道, 吉田明, 館野博, 新垣雄太, 岡内曠爾 鑄造工学会 146 全国大会, 2005, p60
- (7) 伊豆井省三, 古宮尚美, 堀江皓, 小綿利憲, 高橋稔彦 鑄物 66, 1994, p745
- (8) 中小企業庁調査報告 我が国重要産業の国際競争力強化に向けた鑄造技術の高度化の方向性等に係る基礎調査, 2006, p46
- (9) Y. Yamaguchi, S. Kiguchi, H. Smimoto, T. Sato J.JFS74, 2002, p512
- (10) Y. Yamaguchi, S. Kiguchi, H. Shiro, H. Smimoto, T. Sato CAST METAL RESERCH16, 2003, p137
- (11) H. Nakae, H. Kiyosuke, S. Okada J.JFS49, 1977, p216
- (12) A. Chida, S. Kimura J.JFS45, 1973, p414
- (13) M. Ibaraki, T. Okamoto, H. Matsumoto J.JFS38, 1966, p808
- (14) 日本鉄鋼協会編 鋼鑄物・鑄鉄鑄物, 1979, p179

- (15) Y.Yamachi, S. Kiguchi, H. Shiro, Y. Kobayashi, H. Sumitomo, T. Sato J JFS75, 2004, p15
- (16) Y.Yamachi, S. Kiguchi, Y. Kobayashi, H. Sumitomo, T. Sato T. Ishikawa J JFS76, 2005, p26
- (17) Y. Saito, T. Atake, T. Maruyama 金属の高温酸化, 1986, p158
- (18) C.E.Bates, J.F.Wallace AFS Report, 1966
- (19) 晴山巧, 小綿利憲, 堀江皓, 雷富軍, 平塚貞人, 山田亨 鑄造工学 75, 2003, p331
- (20) 小綿利憲, 堀江皓, 晴山巧, 相田平, 三宅誠 鑄造工学 75, 2003, p743
- (21) S.I.Karsay, E.Campomanes AFS Trans 78, 1970, p85
- (22) E.Campomanes Giesserei 65, 1978, p535
- (23) 中江秀雄 鑄造工学 76, 2004, p107

## 【平成 25 年度 プレ共同研究成果】

# 海洋環境での利用を目的とした耐食鋳鉄の開発と性能評価

長船 康裕\*1, 藤原 貴志\*2

## 1 はじめに

船底に使用されている塗料や防草剤に含まれる有機スズは魚貝類などの海洋生物に残留するなどの海洋汚染問題から 1990 年から使用が禁止となっている。

鉛に関しては EU 加盟国における RoHS 指令による電子電気機器での使用に関する規制が知られている。また、北海道では鉛ライフル弾や散弾が 2000 年から使用となっている。しかし、海洋での使用については厳格な法規制はなく、現在も広く使用されてきた。

汽水湖で最大の面積をほこるサロマ湖では、海水中に鉛が放出された場合、海底に沈殿堆積しやすいため、魚貝類などの水産資源への悪影響が懸念されていた。そのため、1999 年から 7 年の歳月をかけて鉛全廃の取り組みが行われ現在に至っている。海外においても釣り具品への鉛使用禁止など、海洋で使用する製品の鉛レス化が始まりつつある。

本研究は、漁業の器具で使用されている鉛の代替材料としての鋳鉄を開発することを目的とする。シリコン含有量を変化させて耐食性に優れた鋳鉄を製作し、海洋中での性能評価を行った。

## 2 実験

### 2.1 鋳造実験

#### 2.1.1 供試材

15kg 容量の高周波誘導炉に S25C と銑鉄を 1 : 1 の割合で投入し 1450°C まで加熱した。原材料の溶解を確認した後に Fe-Si 合金を添加し、溶湯中のシリコン含

有量を調整した。溶湯温度が 1600°C に達したとき、黒鉛坩堝への出湯した。坩堝内で除滓した後に砂型へ鋳造した。砂型は 7 号のオリビン砂に水ガラスを約 10% 混合したものを造形し、CO<sub>2</sub> ガスを吹きかけて硬化させた。試験片は図 1 に示すような直径 14 mm の鋳抜き穴をあけた直径 78 mm、厚さ 14 mm のメダル型である。

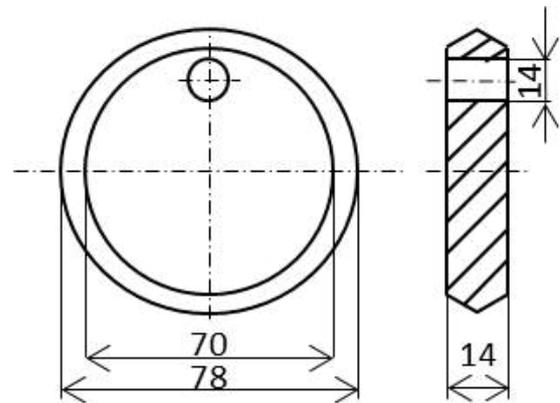


図 1 試験片形状

#### 2.1.2 電気化学実験

試料の電気化学測定には、ポテンシostatを用いた動電位法で計測した。使用した機器は、北斗電工株式会社「ポテンシostat・ガルバノスタット HA-151」である。参照電極は Ag/AgCl 電極、対極は Pt を用いた。試験液は 5mass% の NaCl を含有するイオン交換水を用いた。液温 25°C 大気開放、静止状態とした。自然浸漬電位の測定時間は 15 分間とした。自然浸漬電位から 10mV ごとに電位を変化させ、各電位の反応電流を計測した。測定電位範囲は -1.0~0.8V とした。

\*1: もの創造系領域機械科学ユニット

\*2: 株式会社フジワラ

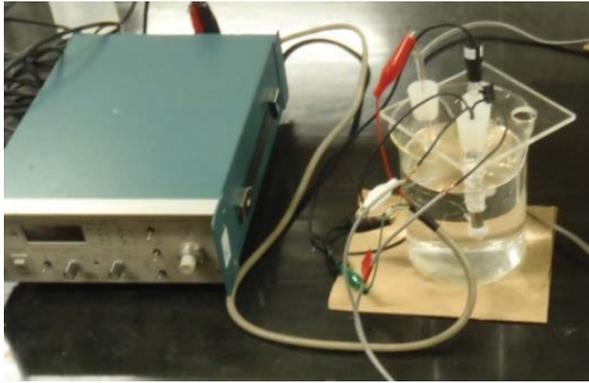


図2 分極実験装置

## 2.2 フィールド耐食試験

試験片の鋳抜き穴に直径 8mm, 長さ 1.5 mmのロープの端を図3のように縛り付けた。試験片は、室蘭市崎守町沖約 1 kmのホタテ養殖用の桁に結び付けた(図4)。その場合、試験片は海面から約 3mの深さにある。2013年8月から2014年2月までの期間海洋中に浸漬し、約1か月ごとに試験片を引き上げて表面観察した。



図3 ロープによる試験片の固定



図4 海中への浸漬試験

## 3 実験結果

### 3.1 電気化学実験

図5に分極曲線の一例を示す。シリコン含有量が4~10%のときの分極曲線はほぼ重なっており、同程度の耐食性であると考えられる。シリコン含有量が12%になるとアノード反応時の電流密度が小さくなり耐食性の変化がみられるようになった。12%以上になると電流密度が顕著に低下し、良好な耐食性が確認された。試料(a)と試料(b)のシリコン含有量は同一であるが、鑄放し状態である試料(b)の耐食性の方が良好となった。以上の結果から試料(b)をフィールド試験片とした。

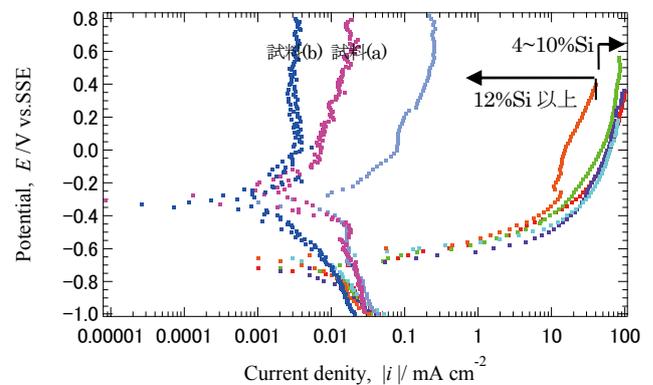


図5 アノード分極曲線に及ぼす Si 量の影響

### 3.2 フィールド試験

フィールド試験後の試験片表面の写真を図6に示す。また、比較のために合金化していない鑄鉄も示す。合金化しない鑄鉄は試験片全体が赤錆に覆われているが、本試験片ではいずれの浸漬時間においても表面に赤錆の発生は確認されなかった。ただし、鋳抜き穴周囲で締結ロープがこすれる部分にわずかな赤錆が確認された。表面の付着生物は浸漬3か月以降に発生した。浸漬時間の経過に伴い藻類とフジツボの付着が顕著となった。鉛製品の場合はカイガラムシの付着が目立つようになるが、本実験における鑄鉄試験片では確認されなかった。以上のことから本研究の合金化鑄鉄は実際の使用環境においても優れた耐食性を有することが明らかとなった。

#### 4 おわりに

本研究ではシリコンを含有した鋳鉄を製作し、その耐食性について電気化学的およびフィールド試験によって評価を行った。12%以上のシリコン含有量で耐食性に変化が現れた。様々な元素が存在する実際の海水中であっても優れた耐食性を発揮した。また、泥や生物などの表面付着、海流、温度などが変化する自然環境条件であっても赤錆が発生することはなく、実製品で要求されている耐食性を確認することができた。本研究で使用された鋳鉄の組成は、鉄、シリコン、炭素が主成分で重金属を含有していないことから、環境に対して低負荷で安価な金属材料としての利用が期待できる。

以上の結果を踏まえ、実用化に向けた研究に移行する予定である。

#### 謝 辞

フィールド試験の実施に当たり、室蘭漁業組合理事 山田信一氏、室蘭漁業組合経済指導部部長 山田満氏にご協力をいただいた。養殖漁業と鉛レス化についての実地調査に対してサロマ湖養殖調査研究センター研究課長 阪口耕一氏、佐呂間漁業協同組合 藤田氏のご協力をいただいた。また、室蘭工業大学地域共同研究開発センター准教授 古屋温美先生に室蘭漁業組合、サロマ湖養殖調査研究センターをご紹介いただいた。この場を借りて感謝申し上げる。



2 か月目(2013年10月07日)



3 か月目(2013年11月18日)



4 か月目(2013年12月09日)



6 か月目(2014年01月27日)



非合金鋳鉄 (6カ月間)

図6 浸漬時間と表面状態の関係

# 潮流発電機用のプロペラ構造に関する研究

吉井 徹\*1, 清水 一道\*2, 船曳 崇史\*3

## 1 はじめに

東日本大震災による原発事故以降、昨今の日本における電力供給をめぐる課題が露呈しており、地球温暖化の観点からも原子力発電に替わる再生可能エネルギーに対する注目は世界的にも高くなってきている。日本においては太陽光、風力といった発電は実用化が進んでいるが、周囲を海洋とする島国でありながら海洋エネルギー（波力・潮流・潮汐・海洋温度差等）発電は実用化が進んでいないのが現状である。海洋エネルギーを利用した発電の中でも、潮流発電は波力、風力及び太陽光に比べ、発電の規則性が極めて高く、最も安定したエネルギー源である。また、日本には鳴門海峡、来島海峡、関門海峡、明石海峡等で強い潮流の流れる場所があり、これらに水車を設置することで電気エネルギーを取り出すことが可能である。強い潮流は、海峡など陸地近くを流れるため、海流と比較して低コストで利用し易い。

現時点では海洋エネルギー発電は特別措置法による「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」の買い取り対象となっていない。しかしながら、信頼性と耐久性が実証され海域利用の問題がクリアされれば今後買い取り対象となることが予想され、国内のみならず新規需要は大規模なものになると考えられる。

そこで本研究では、潮流発電の実用化を目的として、メンテナンス性に優れた発電用水車の開発を行った。その後、羽の枚数や形状を変化させた様々な構造のプロペラを作製し、最適な形状を決定後、実際に曳航させることで得られる発電量について調査した。

## 2 実験方法

### 2.1 発電水車用プロペラの製作

潮流発電用の水車は揚力型と抗力型の2種類に分けられるが、揚力型は付着生物によって、メンテナンス経費が多く掛かる。そのため、揚力型より発電効率は若干劣るが、メンテナンス経費が少ない抗力型を使用した。設置方法としては移送及びメンテナンスが容易な浮体式を採用した。

出力シャフトの回転加速度を安定させることにより、安定した発電量を得ることができる潮流発電装置用のプロペラを羽の形状や枚数を変化させ、数種類製作した。製作したプロペラの例を図1に示す。

水槽を用いて各形状のプロペラにおいて流速の変化による角速度を計測し、安定した発電を行える形状を選定した。



図1 実験を行ったプロペラ構造の例

\*1: 有限会社 寺岡商事

\*2: もの創造系領域 機械工学ユニット 教授

\*3: 物質工学専攻

## 2.2 曳航による発電量の計測

実際に潮流によって得られる発電量について調査するために、図 2 に示す台船にプロペラ形状の実験で選定した水車を取り付け、流速 2 ノットで曳航した。曳航することで水車を回転させ、図 3 に示す回路にて水車 1 回転あたり発電機を 468 回転させ発電を行う。水温は 20.6~20.8℃であった。発電機はバッテリーと接続されており、発電時に負荷をかけない状態と抵抗として図 4 に示す 500W の白熱電球を 1 個から 3 個使用することで、負荷をかけた状態についてバッテリーの入力電流と出力電流を計測することで発電量についての評価を行った。



図 2 曳航する台船



図 3 水車と発電機を繋ぐ回路



図 4 負荷をかける際に使用した 500W の白熱電球

## 3 実験結果

### 3.1 プロペラ形状による角速度および角加速度の計測

水槽による各形状のプロペラにおいて角速度および角加速度を計測した。その結果の一例として開閉型プロペラの時間あたりにおける角速度、角加速度を図 5 と図 6 に示す。図 5、6 より、開閉型のプロペラにおいて角速度が大きく、角加速度のバラつきも小さくなっていた。プロペラ形状の選定実験から、図 7 に示す多段式の開閉型水車を製作した。

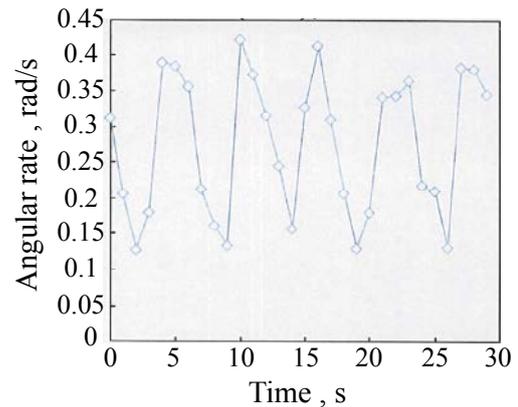


図 5 開閉式プロペラにおける角速度

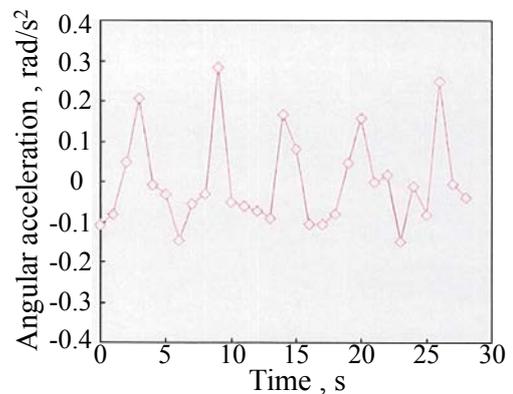


図 6 開閉式プロペラにおける角加速度

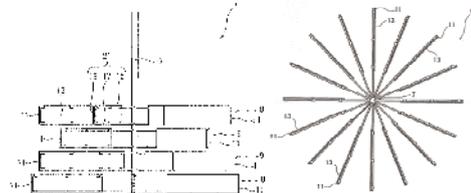


図 7 使用した多段式開閉型水車

製作した多段式開閉型水車において、流速を 1.0m/s と 2.0m/s として角速度の計測を行った。その結果を図 8、図 9 に示す。図 8、図 9 より製作した多段式水車において角速度は流速が変化した場合においても、一定の速度まで上昇後、安定させることが可能であった。

### 3.2 曳航による発電量の計測結果

3.1 において製作した水車を台船に設置し、曳航することで得られる発電量について実験を行った。表 1 および図 10 に実験結果と各負荷状態におけるバッテリーの入力電流量と出力電流量の関係をグラフ化したものを示す。実験結果より、曳航によって流速を調整していることからバッテリー入力電流にばらつきがあったが、各負荷状態においても 1kW を超える発電が可能であった。しかしながら、図 10 より無負荷状態、白熱電球 1 個の負荷状態、白熱電球 2 個の負荷状態でそれぞれバッテリー出力が 65, 506, 906W とバッテリー入力範囲内だったのに対し、白熱電球 3 個の負荷状態ではバッテリー出力が 1353W となり、バッテリー入力範囲を上回る結果となった。

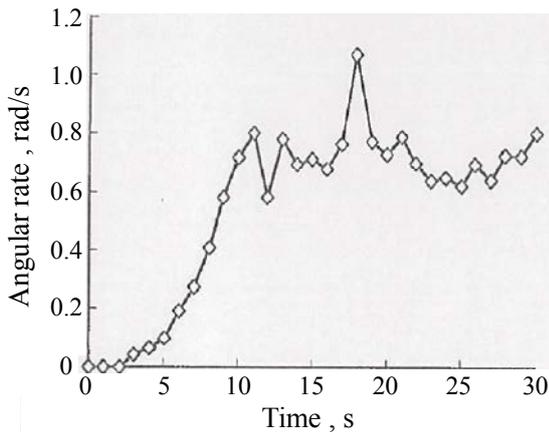


図 8 流速 1.0m/s における時間と角速度の関係

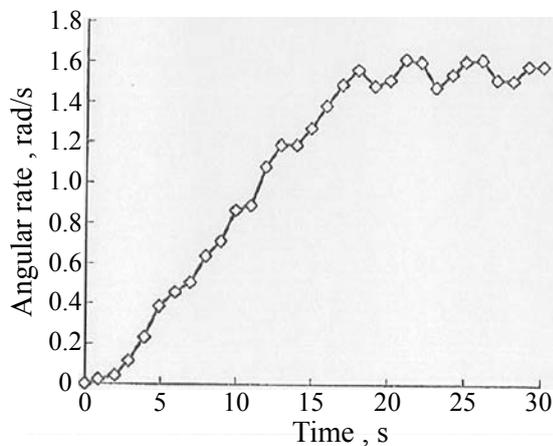


図 9 流速 2.0m/s における時間と角速度の関係

本実験より各負荷状態においても 2 ノット程度の流速で 1kW 程度の発電が可能であったが、白熱電球 3 個分の負荷をかけた状態では入力電流よりも出力電流が上回ったため、流速を 2 ノットよりも上昇させて同様の実験を行い、発電量についての検討を行っていく必要がある。そして、1 ノット程度の流速では発電が不可能であったことから、実際の海流によって発電させる場合には移設可能であり、メンテナンス性が良いという水車の構造を活かして、安定した発電が可能な 2 ノット以上の潮流が発生する場所に設置することが重要である。

## 4 おわりに

本実験によって、潮流によって発電を行うのに適切なプロペラ形状は開閉型であることが明確になった。選定したプロペラを使用し、実際に曳航を行うことで、発電可能な電流量について調査を行った結果、実際の海流によって発電させる場合には 2 ノット程度の潮流が必要であることから、メンテナンス性に優れている浮体式の特性を活かして、安定した発電が可能な場所に設置することが重要である。

表 1 各負荷応力における計測パラメータ

	バッテリー 入力電流 A	バッテリー 出力電流 A	電圧 V	抵抗値 W
負荷無	14~40	2.7	24.5	66
白熱電球 500W 1個	5~45	20.2	25.1	507
白熱電球 500W 2個	10~35	38.2	23.7	905
白熱電球 500W 3個	20~40	56.5	24.0	1356

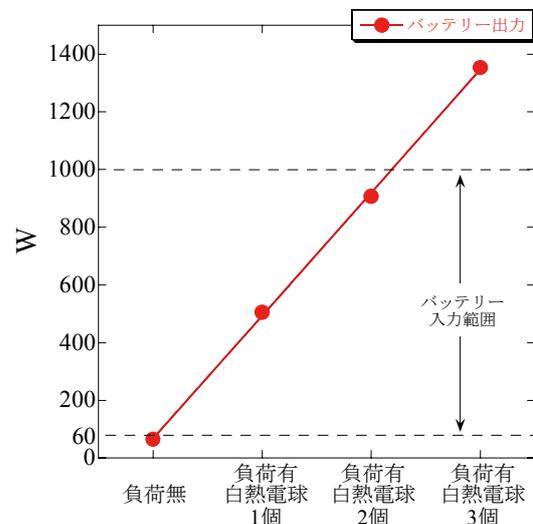


図 10 バッテリーの入力および出力電流量の関係

# 大型ボールミル用耐摩耗鋳鉄の研究開発

春日 宏之<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バンド部やバルブ、タービンブレード、ファン等において生じている。鉱山等で使用される大型ボールミルは、鋳鉄等の粉砕媒体による衝撃や摩耗により対象物を粉砕する。その衝撃により、粉砕媒体であるボール及びミル内壁が著しく摩耗する。特に摩耗の激しいミル内壁のライナーについては交換期間が短く、ランニングコストの増加、工場稼働率の低下などが問題となっている。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。現在、球状バナジウム炭化物鋳鉄や多合金鋳鉄が耐摩耗材料として広く使用されている。これらの耐摩耗材にはレアメタルであるクロム(Cr)、ニッケル(Ni)、モリブデン(Mo)、バナジウム(V)、タングステン(W)等が添加されており、高コストである。各合金元素の価格推移を見るとレアメタルの価格は安定していない。特にフェロバナジウム(Fe-V)とフェロクロム(Fe-Cr)に着目するとFe-Crは価格変動が小さく価格が安定しているのに対し、Fe-Vは2005年に価格が高騰し、以後価格変動が大きい。このレアメタルの添加を抑えた合金を開発し、利用することで希少な合金元素の保持が可能になり、生産・製造コストの低減が可能である<sup>2)</sup>。

これまでの研究において高硬度な球状のバナジウム炭化物(VC)を晶出させることで粒子衝突時の応力を分散でき、材料表面の塑性変形を抑制し、耐摩耗性が向上することを明らかにしている<sup>3-5)</sup>。

本研究では、比較的安価なCrを添加した鋳鉄を基本

組成とし、Vを添加させることで複数の炭化物を晶出および析出させ、耐エロージョン摩耗特性向上に寄与するの調査した。

## 2 供試材および実験方法

### 2.1 供試材

供試材はマンガン(Mn)の添加量を4mass%とし、Vの添加量を5, 7.5および10mass%、Crの添加量を0, 4.5および9mass%と変化させた9種類のFe-C-Mn-Cr-V系多合金鋳鉄である。目標組成に配合した各原材料50kgを高周波誘導炉にて2023Kで溶解した。溶解した溶湯をサンドイッチ法にて球状化処理を施した後、53×53×125(mm)の実体部と押湯部からなる砂型に鋳造して製作した。摩耗試験に用いた試験片は50×50×10(mm)の平板状に鋳放状態のインゴットから機械加工した。また、試料表面を#2000まで研磨して摩耗試験面(表面粗さ: Ra0.8)とした。比較材として一般的な耐摩耗材料である高クロム鋳鉄(12Cr, 17Cr)を用いた。供試材および比較材の化学組成をTable 1に示す。

Table 1 Chemical composition of test specimens.

	(mass%)							
	C	Si	Mn	P	S	Cr	V	Fe
12Cr	3.24	0.70	0.97	0.019	0.009	11.49	-	Bal.
17Cr	3.14	0.77	0.79	0.020	0.009	16.44	-	Bal.
5V-0Cr	3.48	1.03	4.24	0.064	0.018	-	5.22	Bal.
5V-4.5Cr	3.31	1.08	4.14	0.046	0.013	4.60	5.28	Bal.
5V-9Cr	3.26	1.09	3.97	0.041	0.012	9.09	5.27	Bal.
7.5V-0Cr	3.33	1.02	4.41	0.094	0.032	-	7.42	Bal.
7.5V-4.5Cr	3.11	1.05	4.12	0.054	0.008	4.31	7.34	Bal.
7.5V-9Cr	3.11	0.98	4.11	0.046	0.015	9.08	7.50	Bal.
10V-0Cr	3.23	0.99	4.02	0.089	0.026	-	9.87	Bal.
10V-4.5Cr	3.00	1.06	3.92	0.049	0.011	4.37	9.14	Bal.
10V-9Cr	3.10	1.05	3.99	0.041	0.010	9.10	9.49	Bal.

### 2.2 組織観察

光学顕微鏡, エネルギー分散型X線分析装置(EDS), X線回折(XRD)を用いて金属組織の観察を行った。金属組織を調査する試料の腐食液として3%硝酸アルコ

\*1: 東洋鉄球株式会社

\*2: もの創造系領域機械工学ユニット

\*3: 物質工学専攻

ール溶液(ナイタル), ピクリン酸を用いた。EDS 分析には, タングステンフィラメントを用い, 加速電圧 20kV にて実施した。X 線回折(XRD)は, Cu 管球を用い, 40kv-20mA の条件で  $2\theta$  を 40~150deg の範囲で行った。試料台に取り付けた試験片に 0.3×5mm の X 線ビームを照射し, 回折チャートから得られた回折ピークを基に炭化物の同定を行った。

### 2.3 硬さ測定

金属組織観察用試験片を用いて 490N でビッカース硬さを測定した。また, 試験後の硬さは摩耗表面から 50 $\mu$ m の位置に圧痕中心部がくるようにマイクロビッカース硬度計を使用し荷重 9.8N で測定した。

### 2.4 炭化物の面積率測定

金属組織観察用試験片を用いて, 各供試材の組織写真を計 5 視野撮影し, 画像処理を行い二値化して算出した。その際, 共晶炭化物は SEM にて 400 倍で組織写真を撮影した。

### 2.5 エロージョン摩耗試験方法

実験には吸引式ブラストマシンを使用した。使用した試験機の概略図を Fig. 1 に示す。衝突粒子は平均粒径 770 $\mu$ m, 硬度 810HV1 で不定形のスチールグリットとし, 試験ごとに新しいものと交換した。使用した衝突粒子の SEM 像を Fig. 2 に示す。空気流速は約 100m/s, 粒子噴射量は約 20.0g/s とした。衝突角度は任意に角度を変えることのできる治具を用い 30deg., 60deg. および 90deg. の 3 水準とし, 1 回の試験時間は 3.6ks とした。一定時間毎に摩耗試験前後で試験片の質量を電子天秤(測定精度 0.1mg)で測定し, その差(摩耗減量)から摩耗体積を算出し摩耗量とした。なお, 摩耗量の評価には各供試材の密度が異なるため損傷速度<sup>6)</sup> (Erosion rate)を用いた。損傷速度は, 被衝突材の摩耗量を衝突粒子の総噴射量で除したものである。

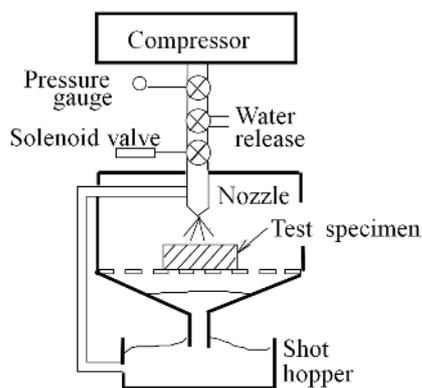


Fig. 1 Outline of the blast machine.

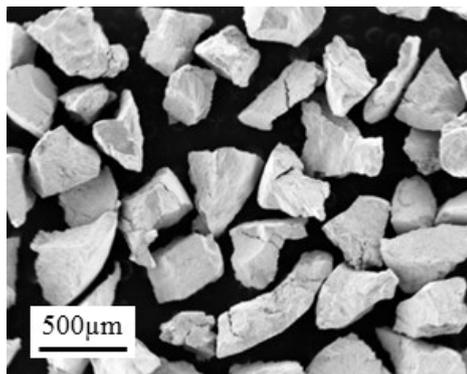


Fig. 2 SEM image of irregularly shaped steel grits.

## 3 試験結果

### 3.1 金属組織観察

Fe-C-Mn-Cr-V 系多合金鋳鉄の組織写真を Fig. 3 示す。各種 Fe-C-Mn-Cr-V 系多合金鋳鉄に共通して球状炭化物が観察された。また, Cr 含有量の増加に伴い, 針状もしくはラメラ状の炭化物が観察された。基地組織は, Cr 含有量の増加に伴い全体的に白い基地組織となった。

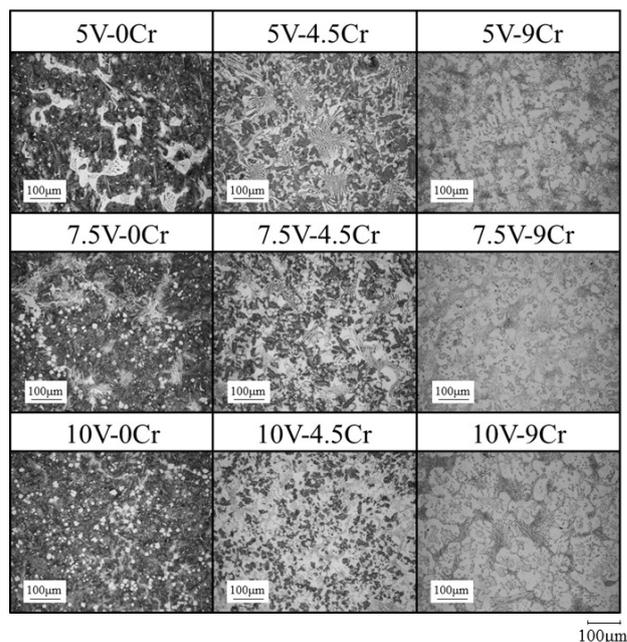


Fig. 3 Microstructure of specimens.

### 3.2 硬さ測定

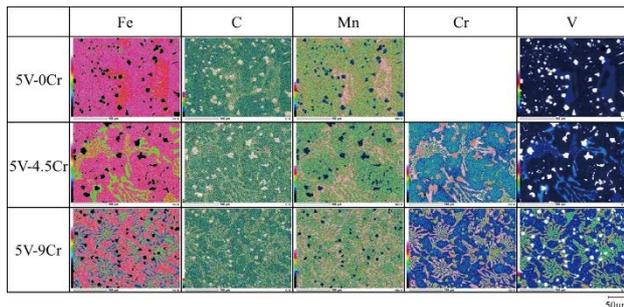
Fe-C-Mn-Cr-V 系多合金鋳鉄のビッカース硬さを Table 2 に示す。各種 Fe-C-Mn-Cr-V 系多合金鋳鉄は約 500~600HV50 であった。

Table 2 Hardness of specimens.

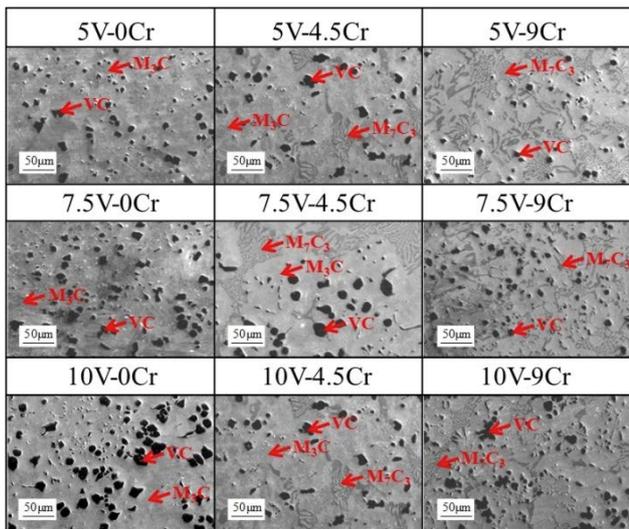
	Hardness, HV1
5V-0Cr	566
7.5V-0Cr	552
10V-0Cr	510
5V-4.5Cr	575
7.5V-4.5Cr	601
10V-4.5Cr	523
5V-9Cr	500
7.5V-9Cr	508
10V-9Cr	499

### 3.3 EDS による金属表面の面分析

Fe-C-Mn-Cr-V 系多合金鑄鉄の面分析結果を Fig. 4 に示す. V と C の反応が顕著であることから, 球状の炭化物はバナジウム炭化物である. また, 針状もしくはラメラ状の炭化物では, Fe, Cr および C の反応が見られることから, 複合炭化物と判断できる.



(a) EDS analysis of 5V with 0, 4.5, and 9 mass%Cr.

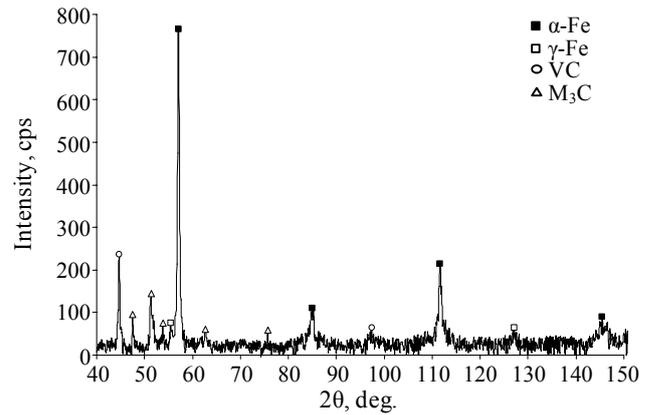


(b) SEM photographs of specimens.

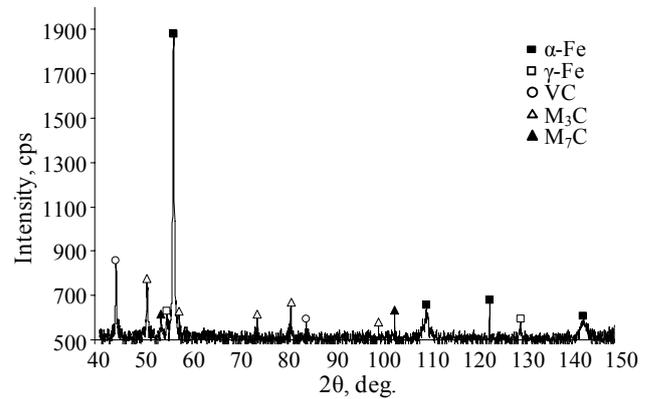
Fig. 4 EDS analysis and SEM images of specimens.

### 3.4 XRD 回折による基地組織および炭化物の同定

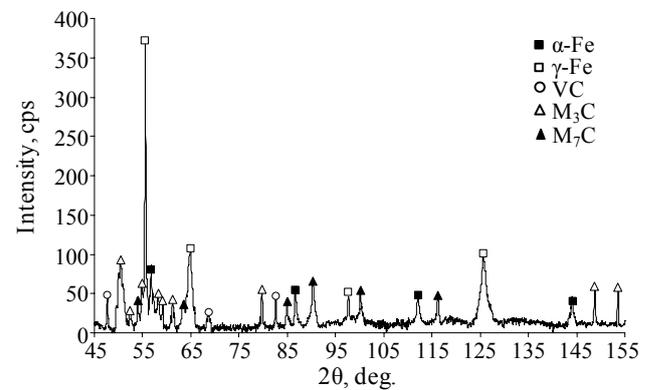
5V-0Cr, 5V-4.5Cr および 5V-9Cr の X 線回折結果を Fig. 5 に示す. 5V-0Cr では VC, Cr<sub>3</sub>C, 5V-4.5Cr および 5V-9Cr では VC, Cr<sub>3</sub>C および Cr<sub>7</sub>C<sub>3</sub> が確認された. また, 基地組織は硬さおよび組織観察の結果から, Cr 含有量が 0% の供試材ではパーライト, Cr 含有量が 4.5% の供試材ではパーライト+オーステナイト, Cr 含有量が 9% の供試材ではオーステナイトである.



(a) 5V-0Cr



(a) 5V-4.5Cr



(a) 5V-9Cr

Fig. 5 X-ray diffraction patterns of 5V with 0, 4.5, and 9 mass% Cr.

### 3.5 摩耗試験結果

供試材のエロージョン摩耗試験結果を Fig. 6 に示す。5V, 7.5V, 10V の供試材全てにおいて Cr 含有量の増加に伴い、損傷速度および衝突角度依存性が小さい。中でも、5V-9Cr, 7.5V-9Cr および 10V-9Cr は同程度の耐摩耗性を示し、17Cr の約 2 倍の耐摩耗性を示した。5V-9Cr, 7.5V-9Cr および 10V-9Cr の損傷速度が同程度の値となったことから、本鋳鉄系において V 含有量を 5% まで低減可能である。しかしながら、5V-9Cr, 7.5V-9Cr および 10V-9Cr と 17Cr 硬さの差は最大で約 100HV50 であり、損傷速度に差が生じた要因とは考え難い。そこで炭化物の面積率測定、摩耗試験後の硬さを測定した。

## 4 考察

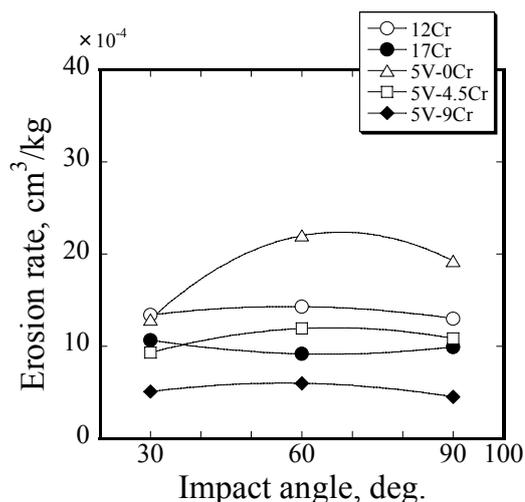
### 4.1 炭化物の面積率測定

各供試材の炭化物の面積率を測定した。その結果を Fig. 7 に示す。炭化物の面積率は Cr 含有量の増加に伴い、増加傾向を示したが、V 含有量では大きな差は見られない。炭化物の面積率は Cr 含有量 0% の供試材では約 18%、Cr 含有量 4.5% の供試材では約 23%、Cr 含有量 9% の供試材では約 27% であった。また比較材の 12Cr では約 28%、17Cr では 30% であった。

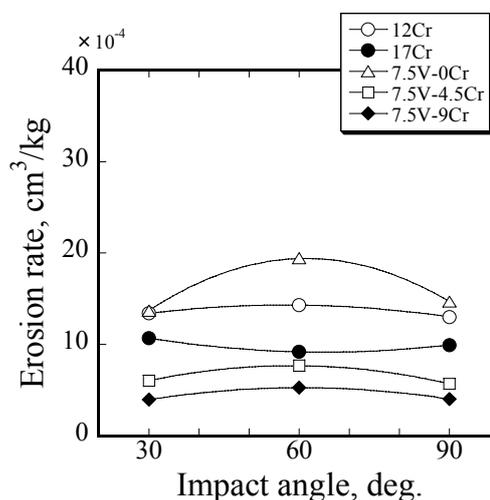
### 4.2 摩耗面近傍の硬さ測定

前節では、V および Cr 含有量を変化させた多合金鋳鉄の損傷速度および衝突角度依存性を抑えた要因には至らなかった。そこで基地組織に着目し、各供試材の摩耗表面近傍の断面硬さを測定した。各供試材の摩耗表面近傍の断面硬さを Fig. 8 に示す。オーステナイト基地を有した 5V-9Cr, 7.5V-9Cr, 10V-9Cr は 500HV1 から約 720HV1 硬さが増加している。この硬さ増加の要因として基地組織中に残留オーステナイトが存在し、その残留オーステナイトが粒子衝突により加工誘起変態し、マルテンサイト化したことが推察できる。

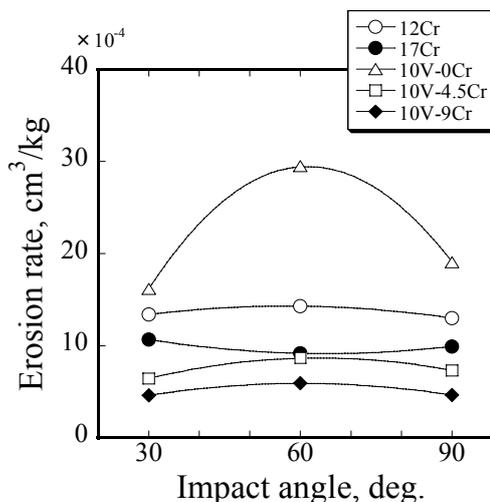
このことから 5V-9Cr, 7.5V-9Cr および 10V-9Cr は残留オーステナイトが加工誘起変態し、マルテンサイト化したことで硬さが増加し、摩耗表面の塑性変形を抑えたことで損傷速度および衝突角度依存性が小さくなったと推察できる。



(a) 5V with 0, 4.5, and 9 mass% Cr.



(b) 7.5V with 0, 4.5, and 9 mass% Cr.



(c) 10V with 0, 4.5, and 9 mass% Cr.

Fig. 6 Erosion rate vs. impact angle of specimens.

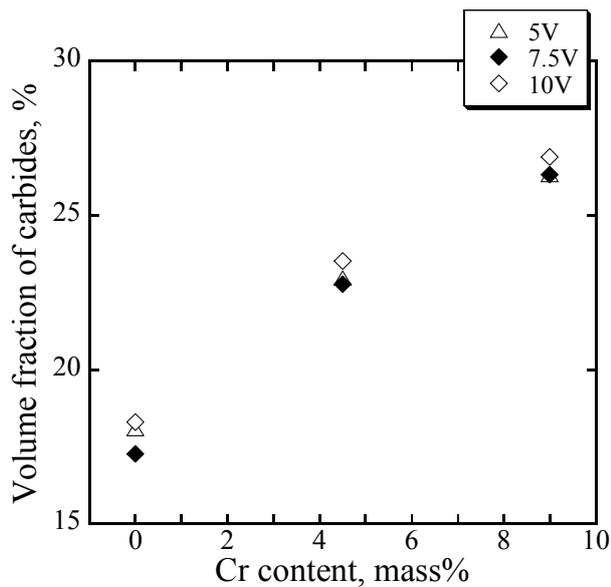


Fig. 7 Volume fraction of carbides vs. Cr content of specimens.

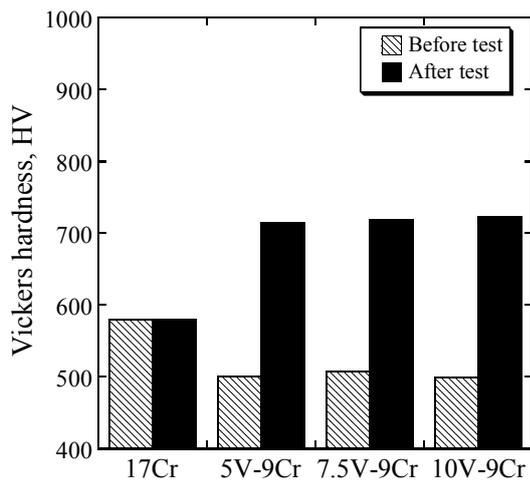


Fig. 8 Vickers hardness changes before and after erosive wear tests of specimens.

## 5 おわりに

本研究では、高価な Fe-V の添加量を減らし、比較的安価な Fe-Cr の添加量を増やすことで、高クロム鑄鉄と同程度の製造コストで優れた耐エロージョン摩耗特性を示す材料の開発を行った。その結果を以下に要約する。

(1) 5V-9Cr, 7.5V-9Cr および 10V-9Cr が優れた耐摩耗性を示した。これは、基地組織中の残留オーステナイトが粒子衝突により加工誘起変態し、硬さが増加したためである。

(2) 5V-9Cr, 7.5V-9Cr および 10V-9Cr は複数の炭化物形成元素を添加することで、1 種類の炭化物形成元素を添加した 17Cr より 2 倍優れたエロージョン摩耗特性を示した。このことから、複数の高硬度な炭化物を晶出および析出させることは、耐摩耗性向上に寄与することが示唆された。

(3) 5V-9Cr, 7.5V-9Cr および 10V-9Cr が同程度の耐摩耗性を示したことから、高価なフェロバナジウムの添加量を 5% まで低減可能であり、比較的安価なフェロクロムの添加量を増やすことで、製造コストの削減が可能である。

## 文献

- 1) JOGMEC データベース
- 2) V.G. Efremenko, K. Shimizu, A.P. Cheiliakh, T.V. Kozarevs'ka, Yu.G. Chabak, H.Hara, K. Kusumoto, *Friction and Wear*, 34, (2013), pp.466.
- 3) X. Yaer, K. Shimizu, H. Matsumoto, T. Kitsudo and T. Momono, *Wear*, 264, (2008), 947.
- 4) T. Otomo, K. Shimizu, *Proc. of Materials Science, Metal and Manufacturing*, Singapore, (2012), 84.
- 5) X. Yaer, K. Shimizu, T. Momono, H. Matsumoto, T. Kitsudo, *JFS*, 78, (2006), 510.
- 6) I. Finnie, *Wear*, 3, (1960), 87.

# 小水力発電における効率的な水車構造の研究

佐藤 大介\*1, 中津川 誠\*2

## 1 はじめに

再生可能エネルギーのひとつとして、小水力発電が注目されている。小水力発電は設備に関するスペースが小さく済む利点があるが、利用する水路形態と効率的な水車の関係が明らかでない。水理条件に合った効率的な水車構造を実験により明らかにする事を本研究の目的とする。

水車型式は開放式(上掛け, 下掛け)と螺旋式を想定している。各水車型式について実験水路の水理条件(勾配, 流量)を変更して効率的な形状(羽の枚数・形状など)を明らかにし、水車型式の最適な選択基準を明確にすることを目標とする。

以上のような水理実験および先例地視察を通し、小水力発電導入のための基礎的知見を得た。

## 2 実験の概要

### 2.1 実験水路

実験に使用した水路は、全長 3.50m, 幅 0.30m, 高さ 0.30m (側壁部: アクリル製, 床部: 木製) の循環式可傾斜水路内に助走区間(上流)・水車設置区間・助走区間(下流)の 3 区間で構成される水路幅可変式水路である。上流側の助走区間は高さ 10cm, 20cm の落差を調整できる構造とした。水車設置区間は、各水車および落差に対応できる構造とするため、専用のパーツを作成し取り付けた。下流の助走区間は、水路幅の 10 倍程度を目安に長さを決定し、高さ 0.05m の木製側壁を取り付けた。

### 2.2 水車

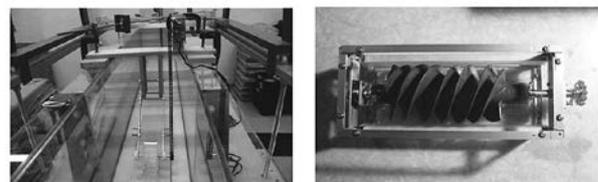
実験には表 1 に示す 5 種の水車を準備した。水車本体は写真 1 に示すシャフト付き固定治具へ取り付け使用した。

表 1 実験に使用した水車諸元

水車種類	水車直径(m)	水車幅(m)	羽根枚数(枚)	羽根形状
下掛け水車	0.300	0.050	12	直線形
			36	直線形
			36	曲線形
上掛け水車	0.200	0.050	6	直線形

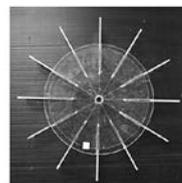
水車種類	水車直径(m)	水車全長(m)	羽根枚数(枚)	羽根間隔(m)
螺旋水車	0.070	0.150	4	0.015

※下掛け水車の曲線形はR=0.15

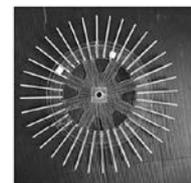


水車固定治具

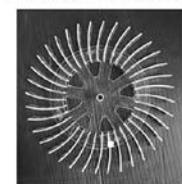
螺旋式水車



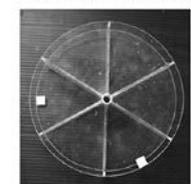
下掛け式 12 枚羽直線形



下掛け式 36 枚羽直線形



下掛け式 36 枚羽曲線形



上掛け式

写真 1 水車固定治具と実験に使用した水車

\*1: 株式会社 水工リサーチ

\*2: 暮らし環境系領域社会基盤ユニット



写真2 発電機と増速機 (左), 回転計 (中央) およびデータロガー (右)

### 2.3 発電機・増速機・計測機器

発電機は最大発電電圧 3V の直流発電機を使用した。増速機 (ギア) の増速比は 1 : 50 とした。回転数の計測には回転計を使用した。発電量の計測にはキーエンス社製のデータロガーを使用した。(写真2)

### 2.4 計測方法

各実験ケースにおいて電圧、電流、水車の回転数、有効落差、流量の計測を行った。電圧、電流、回転数は、データロガーで同一のサンプリング周期で計測した。水車の回転数は、水車本体に反射シールを貼り付け、アクリル側壁越しに反射シールへデジタル回転計のレーザーを照射し非接触で計測した。流量は、水路下流端で容量が既知の容器を用い満水になるまでの時間を計測し算出した。

### 2.5 実験条件

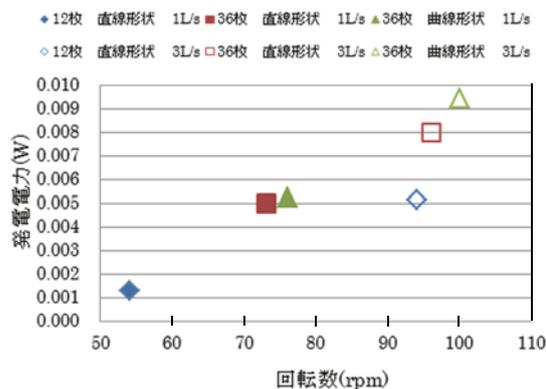
実験条件を表2に示す。

表2 実験条件

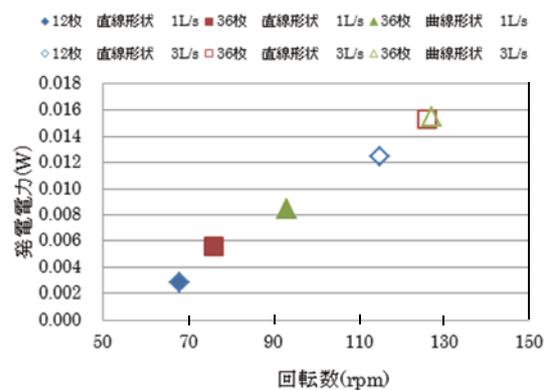
水車種類	水車直径(m)	流量(L/s)	落差(m)	羽枚数(枚)	スロープ勾配	
下掛け水車	0.300	1.00	0.10	12	1:2	
		3.00	0.20			
上掛け水車	0.200	1.00	0.215	6		
		2.00				
水車種類	水車直径(m)	流量(L/s)	落差(m)	羽間隔(m)	設置角度(°)	
らせん水車	0.070	1.00	0.050	4	0.015	22

## 3 実験結果と考察

表3に各水車の測定結果を、図1(a)(b)に下掛け水車の羽枚数および羽形状による発電電力の違いを示す。上掛け水車は水車の形状および下流側水路の構造により流水の飛散が起きた為、計測が行えなかった。また、螺旋水車は羽形状を変更した水車の作成に時間を要したため、今回は比較実験を見送った。



(a) 水路落差0.1m



(b) 水路落差0.2m

図1 下掛け水車の発電電力と回転数の関係図

表3 各水車の発電量

水車種類	羽枚数(枚)	羽形状	流量(L/s)	有効落差(m)	平均電圧(V)	平均電流(mA)	平均発電電力(W)	平均回転数(rpm)	総合効率 $\eta$	
下掛け水車	12	直線形状	1.00	0.1133	0.563	2.256	0.0013	54	0.0011	
				0.2134	0.835	3.343	0.0028	68	0.0013	
			0.1292	1.129	4.523	0.0051	94	0.0013		
		36	直線形状	3.00	0.2366	1.764	7.049	0.0124	115	0.0018
					0.1163	1.117	4.465	0.0050	73	0.0044
				0.2193	1.185	4.735	0.0056	76	0.0026	
	36	直線形状	1.00	0.1267	1.411	5.648	0.0080	96	0.0021	
				0.2400	1.958	7.829	0.0153	126	0.0022	
			0.1160	1.143	4.573	0.0052	76	0.0046		
		36	曲線形状	1.00	0.2193	1.455	5.815	0.0085	93	0.0039
					0.1272	1.537	6.143	0.0094	100	0.0025
				0.2397	1.970	7.878	0.0155	127	0.0022	
螺旋水車	4	曲線形状	1.00	0.0647	0.379	1.518	0.0006	50	0.0009	
			1.25	0.0791	0.537	2.148	0.0012	80	0.0012	
			1.50	0.0845	0.690	2.759	0.0019	98	0.0015	

※下掛け水車のギヤ比は1:50、らせん水車のギヤ比は1:25

表4 羽根枚数の違いによる比較 (対12枚羽根)

水車種類	羽枚数(枚)	羽根形状	流量(L/s)	水路落差(m)	平均発電力(W)	増減率(%)
下掛け水車	36	直線形状	1.00	0.100	0.0050	393
				0.200	0.0056	201
			3.00	0.100	0.0080	156
				0.200	0.0153	123

表5 羽根形状の違いによる比較 (対直線形状)

水車種類	羽枚数(枚)	羽根形状	流量(L/s)	水路落差(m)	平均発電力(W)	増減率(%)
下掛け水車	36	曲線形状	1.00	0.100	0.0052	105
				0.200	0.0085	151
			3.00	0.100	0.0094	118
				0.200	0.0155	101

図1(a)(b)より同一の水理条件下では12枚羽根水車より36枚羽根水車の方が発電効率が高くなり、羽根枚数が同一であれば羽根形状が直線形状より曲線形状の方が発電効率が上がることが確認された。

総合効率  $\eta$  はハイドロバレー計画ガイドブック<sup>(1)</sup>に記載されている以下の式を用い算出した。

$$P = \rho g Q H \eta \quad (1)$$

ここで、 $P$ : 発電出力 (W),  $\rho$ : 水の密度 (1,000kg/m<sup>3</sup>),  $g$ : 重力加速度 (9.8m/s<sup>2</sup>),  $Q$ : 流量 (m<sup>3</sup>/s),  $H$ : 落差 (m),  $\eta$ : 総合効率である。

羽根枚数および羽根形状の違いにより発電電力がどの程度変化するかを表4, 表5に示す。表4からは羽根枚数の違いが発電電力に与える影響は大きく、低流量時には高流量時以上に影響を与えることが確認された。また、表5から若干ではあるが羽根形状の違いが発電電力に与える影響が確認された。

左: 元気くん1号ブレード部, 中: 流入部, 右: 発電量表示部



左: 元気くん2号全景, 中: 流入部流況, 右: 流出部流況



左: 元気くん3号, 中: 上流除塵機, 右: 発電機および



左: 水とエネルギー館内水車模型全景, 中: 水車模型, 右: 愛川第一第二発電所



#### 4 小水力発電に関する先例地視察

小水力発電の導入検討、水車模型製作および実験の参考とするため、実物の水車を視察することとした。低落差・低流量で運用され、水車の種類が多い場所およびその周辺において小水力発電に関連する情報を入手しやすい場所を条件に視察場所を検討した結果、山梨県都留市、神奈川県宮ヶ瀬ダム、文命用水、駒形水車を視察することとした。

都留市は山梨県東部に位置し、周囲を1,000m級の山々に囲まれた自然豊かな都市である。市内を流れる家中川(かちゅうがわ)は寛永16年(西暦1639年)に開削され、穀物の精米・製粉、絹織物生産の動力源として多くの水車が設置された歴史がある。明治38年には家中川の落差を利用した発電所も作られ、古くから小水力発電と関わりのある土地である。現在、行政・市民グループ・学術機関等の連携により家中川に3基の小水力発電施設を運用している。水車は「元気くん1号」(下掛け式)、「元気くん2号」(上掛け式)、「元気くん3号」(らせん式)の3種類で、本研究で対象としている水車の種類に合致している。宮ヶ瀬ダムは都留市か

左: 文命用水実証試験全景, 中: 水車上流側, 右: 水車下流側



左: 発電機部, 中: 酒匂川へ合流, 右: 実証試験説明板①



左: 実証試験説明板②, 中: 実証試験説明板③, 右: 実証試験説明板④



左: 駒形水車全景, 中: 駒形水車下流から望む, 右: 水車ブレード



左: 車軸受け, 中: 水車骨組み, 右: 水車設置水路



写真3 都留市、宮ヶ瀬ダム、文命用水、駒形水車の視察状況

## 文 献

- (1) 経済産業省資源エネルギー庁, 財団法人新エネルギー財団: ハイドロパラー計画ガイドブック, 2005.

ら車で容易に移動できる距離にあり,愛川第一発電所(24,000kW)と宮ヶ瀬副ダム(別名:石小屋ダム)に愛川第二発電所(1,200kW)という二つの水力発電所を持ち,ダム天端横には水とエネルギー館という水力発電に関する資料館が存在する.宮ヶ瀬ダムから南に位置する南足柄市の文命用水において垂直2軸クロスフロー水車の実証試験が行われており,実証試験を見学できる又と無い機会と捉え視察した.また,小田原市内で神奈川県立小田原城北工業高等学校電気研究部の学生が小水力発電の実証試験を行っているという情報を基に駒形水車の視察をした.水車の細部に渡る構造や稼働状況および設置状況,水車設置までの背景,産官学の取り組み等有益な情報を得ることが出来た.視察状況を写真3に示す.

現地視察を踏まえての主な考察は以下のとおりである.

- 1) 下掛け式,上掛け式,らせん式水車の実稼働における回転速度,上下流の流況,流量制御方法が確認できた.
- 2) ダムに付帯する発電施設と小水力発電施設の仕組み,施設規模の違いが確認できた.
- 3) 実証実験箇所の上流側には水位計が設置されており水位データを収集していた.模型実験における上下流の水位計測と同じに必要なデータであることが確認された.
- 4) 駒形水車の設置場所は非常に流量が少ない用水路を使用しているが,工夫次第である程度の発電が行える.
- 5) 水路内を流れる流量が発電機の定格以上になる場合,水路上流で流量調整が必要であり,水路内にバイパス等を設ける必要がある.

小水力発電では産学官が連携し計画・施行・運用を行うことで最大のパフォーマンスが生み出される.

## 5 おわりに

本研究では小水力発電模型を用い,水車羽根枚数および羽根形状が発電電力にどの程度影響を与えるか水理実験を行い,羽根枚数の違いが大きく影響を与えることを確認できた.しかしながら,本研究範囲では比較対象が少なく,どのような水理条件下で最適な水車形状か把握するまでいかなかった.また,総合効率が非常に小さく,発電機及び動力伝達方式の見直しが必要と思われる.これらを踏まえ,模型実験のスケール,羽根枚数,羽根形状,水路形状等の各条件を新たに追加した実験のあり方を再検討し,小水力発電に適した高効率の水車開発を目指した実験手法の確立を図っていきたい.

# ヘリコプター搭載型高分解能レーザースキャナーを用いた火山防災データ収集に関する研究

後藤 芳彦\*1, 亀山 聖二\*2

## 1 はじめに

日本は自然災害の多い国であり、防災の基本データを収集することは、急務の課題である。日本各地にある活火山のデータの収集はその一つであり、火山の噴火履歴や活動状況等のデータ収集は極めて重要である。しかし、活火山の調査には膨大な時間と労力がかかる。このため、データ収集が進んでいない火山が多い。

近年、レーザプロファイラーや GPS 等の測地機器が普及し、これらのデータを火山防災に応用することが可能になってきた。しかし、応用例はまだ少なく、多くの問題点も残されている。

レーザプロファイラーによるマッピングデータは非常に有用であるが、どのような火山のどのような場所に適用したら大きな成果が得られるかは、まだ不明な点が多い。例えば、数十年前～数百年前に噴出した溶岩のレーザマッピングを行えば、大きな成果が得られることは明らかであるが、それよりも古い溶岩等について、レーザプロファイラーによるデータ収集が有効なのかどうかという点は明らかにされていない。レーザプロファイラーによるデータ収集は高価で、安易にデータ収集を行えないため、そのような研究例は少ない。

今回の研究の目的は、高分解能レーザプロファイラーを火山防災学的な地質データ収集に応用し、そのデータ収集能力を検証することである。事例として、

北海道南西部のクッタラ火山および洞爺有珠火山地域において、レーザプロファイラーによる計測を行い、火山防災学的なデータ収集を行った。このデータと室蘭工業大学が行った野外地質調査のデータとを照合し、レーザプロファイラーの有用性を検討した。

本研究の将来的な目標は、高分解能レーザプロファイラーを用いて、北海道および日本全域の活火山の詳細な地質データ収集を行うことである。このため、レーザプロファイラーのデータと地質データのマッチングを検証する必要がある。本研究では、レーザプロファイラーの精度検証やマッピング方法の研究を行うと共に、野外地質データの収集も精力的に行い、レーザプロファイラーデータを用いた地質調査の有効性について議論を行った。

なお、レーザプロファイラーは、レーザースキャナ (Laser Scanner) と呼ばれることも多い。本報告では、レーザプロファイラーの用語で統一した。

## 2 概要

### 2.1 レーザプロファイラー

今回の研究で使用したレーザプロファイラーは、タナカコンサルタントが保有する Develo LISA3 である。Develo LISA3 は、小型軽量のレーザプロファイラーで、重量は 25 kg (バッテリーを除く)、レーザクラスは 1 (JIS)、レーザビーム径は 0.25 mrad、探査距離は 1000m、精度は ±10mm である。今回の研究では、有人ヘリコプターのロビンソン R44 に搭載して計測を行ったが、無人ヘリコプターに搭載することも可能である。Develo LISA3 は、国内にある他のレーザプロファイラーに比べ、近距離からの高分解能データを得る

\*1: 暮らし環境系領域

\*2: タナカコンサルタント株式会社

点で優れており、国内で最も精度の高いレーザープロファイラーである。

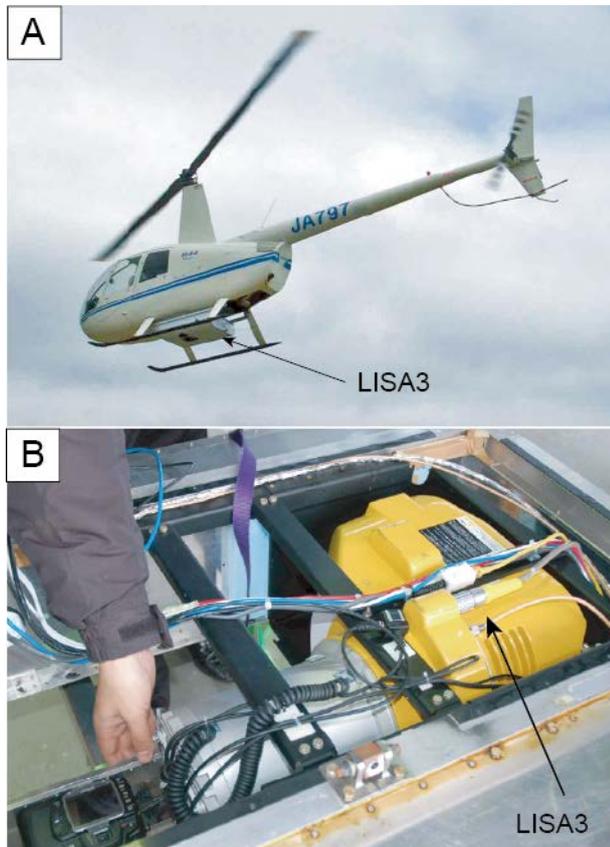


図1 レーザープロファイラーDevelo LISA3

## 2.2 調査の概要

調査は、北海道南西部のクッタラ火山および洞爺有珠火山地域において行った。クッタラ火山は、8万年前から活動を開始した活火山であり、4万年前にカルデラ（クッタラ湖）を形成した後、約1万5千年前の後カルデラ火山活動によりクッタラ火山西部に地熱地域を形成した。この地熱地域は、登別地熱地域と呼ばれており、登別温泉として知られている。今回の調査は、登別地熱地域で行った。レーザープロファイラーによるマッピングは、登別地熱地域全域の2×2.4 kmの範囲で行い、マッピングデータの画像処理を行うことにより、本地域の3次元立体地形図を作成した。さらに、この地域内で詳細な野外地質調査を行った。野外地質調査では、手掘りのトレンチ調査を71地点で行い、火山噴出物の分布範囲を特定した。また、X線分析装置（XRD）による粘土鉱物の同定、<sup>14</sup>C法による年代測定分析を行った。登別地熱地域の噴火史を探るため、バックホーを用いたトレンチ調査も行った。

洞爺有珠火山地域は、約11万年前から火山活動を開

始し、洞爺カルデラと、その後カルデラ火山活動による中島火山および有珠火山からなる。中島火山は約5万年前に活動し既に火山活動を停止しているが、有珠火山は約2万年前に活動を開始し現在でも火山活動は継続している。今回の調査は、形成年代を考慮し、中島火山で行った。



図2 洞爺カルデラおよび中島の地形図

中島火山は溶岩ドーム群からなるが火山地質学的な調査はほとんど行われていない。レーザープロファイラーによるマッピングは、中島火山全域の3×3 kmの範囲で行い、データの画像処理を行うことにより、中島火山の3次元立体地形図を作成した。さらに、この3次元立体地形図を用いて、この地域内で詳細な野外地質調査を行った。野外地質調査は、中島火山の全ての湖岸、溪谷、山頂部で行い、岩石サンプルの主成分全岩化学分析を、蛍光X線分析装置（XRF）を用いて行った。

## 3 結果

クッタラ火山では、レーザープロファイラーによる3次元立体地形図をもとに、高精度の火山地質図を作成することができた。この火山地質図では、北西-南東方向に配列する火口配列が顕著にみられ、過去の噴火が、これらの火口で起きたことが判明した。この成果は今後クッタラ火山の防災を行う上で、重要な基礎データになると考えられる。

洞爺有珠火山地域においても、レーザープロファイラーによる3次元立体地形図をもとに、高精度の火山地質図を作成することができた。この火山地質図では、大きな噴火口と8個の溶岩ドームが確認でき、レーザープロファイラーによる地質調査の有用性が明らかに

なった。中島火山のように、約 5 万年前という古い火山において、レーザープロファイラーの有用性が明らかにされたのは初めてであり、これは大きな成果であると言える。

今回の調査により、高分解能レーザープロファイラーによるマッピングと現地地質調査の組み合わせが非常に有効であることが判明した。レーザープロファイラーによる 3 次元の立体火山地形図と、携帯型の GPS を併用することにより、調査効率が飛躍的に高まり、地質図の精度が飛躍的に向上した。高分解能レーザープロファイラーを用いた高精度火山地質図は、過去の地質図と比較して極めて情報量が多く、火山防災の基礎データとして使用できることが判明した。高分解能レーザープロファイラーによるマッピングと現地地質調査の組み合わせは、まだ一般に行われておらず、今後普及させる必要があると考えられる。この点は社会のニーズを考える上で重要であろう。

#### 4 おわりに

レーザープロファイラーによる地形計測は極めて有用で、得られた高精度の 3 次元立体地形図をもとに、高精度の火山地質図を作成することができることが判明した。また 5 万年前程度の古い火山にも応用することが可能であることが判明した。したがって、今後火山防災の基礎データとして多用されると考えられる。今後は、無人ヘリコプターを用いた低コスト化が課題となると思われる。無人ヘリコプターの普及も急速に進んでおり、将来はレーザープロファイラー、GPS、無人ヘリコプター等の機器が、火山防災のデータ収集に多用されると考えられる。

#### 文 献

- (1) 後藤芳彦・佐々木央学・鳥口能誠・畠山 信, 火山, 2013, p461-472.

# 廃棄物を原料とする温度調節機能を有する

## 環境調和材料の創生

田畑 昌祥\*<sup>1</sup>, 馬渡 康輝\*<sup>1</sup>, 松本 和好\*<sup>2</sup>

### 1 はじめに

灰は、主として焼却灰と火山灰とに大別される。焼却灰には、例えば、石炭火力発電所から排出される石炭灰や、廃プラスチック発電所から排出されるプラスチック焼却灰や、下水処理場で排出される下水汚泥焼却灰等がある。従来、これらの灰は、成型後高温で焼成することにより建築用レンガやブロック、または高温でスラグ化させることにより道路の路盤用の骨材として再利用している。しかし、これらの灰から焼成硬化体を製造する際に、以下に述べるようなコスト面での課題が山積していた。

石炭灰を主成分とする焼成硬化体の製造行程は、まず灰へ添加物および水を添加して混合し成型、その後数日間養生・乾燥した後に焼成する。各工程のコストを考えてみると、1:添加物である、セメント、石灰石、石膏、苛性ソーダ、粘土、バインダ、起泡剤等からいくつかを選択し、相当量を添加しなければならないこと、2:養生・乾燥に必要な広大なスペースを長期に渡り確保しなければならない、3:焼成時の焼成温度が1,200℃程度必要であったため、高温処理に伴う多額の燃料費および炉の保守費が必要であること等が挙げられる。さらに、灰の有効利用の観点から考えると、従来の焼成硬化体の製造方法は、石炭灰の含有量が少ないうえに、使用可能な石炭灰の組成が限定される場合もあり、有効な製造方法とは言えなかった。

申請者らは以前、灰の種類や組成にかかわらず、灰を主原料とし、かつ簡便な方法によって製造可能な焼

成体の製造方法を開発した<sup>1)</sup>。具体的には、本技術は灰に少量のホウ素化合物を添加して混合する添加・混合工程と、ホウ素化合物が添加された混合灰を焼成する2工程からなる。本研究では、室蘭市内で生成したフライアッシュの有効利用を目指し、本技術を用いてその焼成体が製造可能か否か検討した。

### 2 実験方法

#### 2.1 焼成体の作製

##### 2.1.1 試料

フライアッシュは、室蘭市内の某企業から供出していただいた。添加剤であるホウ酸、炭酸カルシウム、水酸化カルシウム、酸化カルシウム、ケイ酸カルシウムは、純正化学製一級を用いた。

##### 2.1.2 石炭灰と添加剤との混合及び焼成

焼成体は以下の手順で作製した。

- 1, 秤量したフライアッシュおよび添加剤を混合し磁性アルミナ乳鉢で粉碎した。
- 2, 溶着保護材を敷いた焼成容器: 灰分測定用灰皿 50 x 30 mm (アズワン製) に混合灰を 5 g 投入し、小板を使って平らに押し固めた。
- 3, 電気炉 Muffle Furnace FP21 (ヤマト科学 (株) 製) 内へ配置し、設定温度に昇温を開始した。昇温速度は約 15℃/分であった。
- 4, 設定温度に到達後、所定時間保持し、ヒーターをオフにした。炉の扉を閉めたまま 300℃ 以下に放冷後、試料を取り出した。

焼成前後の試料の外観を図1に示す。

\*1: 暮らし環境系領域

\*2: 東海建設株式会社



図1 フライアッシュと添加剤との混合物（上段），およびそれらの焼成後（下段）

## 2.2 焼成体の強度試験

アクリル板と金属棒を使った独自の簡易強度試験法により，分銅を用いて 100g から最大 3,000g の荷重を徐々にかけた。なお，荷重に対する強度の目安は，3,000g 以上は手で折れない，2,000g は一般的なビスケットの強度と対応する。強度実験の実施状況を図2に示す。



図2 焼成体の強度試験

## 3 結果と考察

従来の各種灰に対する検討結果に基づき，焼成温度および時間を 1120 °C, 4 h とし，ホウ酸を 1 および 2 wt% 添加した混合灰の焼成試験を行った。その結果，得られた焼成体の強度はいずれも非常に脆く，耐荷重はそれぞれ 800 g, 1,000 g であった（表1）。従来の検討対象であった石炭灰等では，上記の条件で十分な強度の焼成体を得られていたが，本フライアッシュでは十分な強度が得られないことが明らかになった。

表1 ホウ酸混合灰から得られた焼成体の強度<sup>a)</sup>

ホウ酸 (wt%)	1	2
耐荷重 (g)	800	1,000

<sup>a)</sup> 焼成条件：1120 °C, 4 h

次に，本焼成体の強度の向上を目指して，ホウ酸 2 wt% と追加の無機塩を混合した混合添加剤を用いた焼成体の作製を検討した。その結果，カルシウム塩(Ca 塩)を追加した混合添加剤が，焼成体の強度を向上させることが明らかになった。用いた Ca 塩は，炭酸カルシウム(CaCO<sub>3</sub>)，酸化カルシウム(CaO)，水酸化カルシウム(Ca(OH)<sub>2</sub>)，ケイ酸カルシウム水和物(CaSiO<sub>3</sub>·nH<sub>2</sub>O)である。いずれの場合も，ホウ酸単独添加の場合と比べ，焼成体の強度が著しく増加し，ケイ酸カルシウムを除く 3 種の Ca 塩では，その耐荷重は 3,000 g 以上まで向上した（表2）。

表2 ホウ酸(2 wt%) - カルシウム塩(8 wt%)混合添加剤を用いて生成した混合灰焼成体の強度<sup>a)</sup>

Ca 塩	CaCO <sub>3</sub>	CaO	Ca(OH) <sub>2</sub>	CaSiO <sub>3</sub> ·nH <sub>2</sub> O
耐荷重 (g)	3,000	3,000	3,000	2,000

<sup>a)</sup> 焼成条件：1120 °C, 4 h

混合添加剤系の有効性を確認するために，各種 Ca 塩から炭酸カルシウムを選択し，添加量を 8 wt% に固定して，ホウ酸の添加量を 1, 0.5, 0.2 wt% と減らして焼成体を作製した。その結果，ホウ酸添加量の減少と共に焼成体の強度が低下する傾向が見られた（表3）。

表3 ホウ酸の割合を変えて調製した CaCO<sub>3</sub>(8 wt%) 混合添加剤を用いて生成した混合灰焼成体の強度<sup>a)</sup>

ホウ酸 (wt%)	0.2	0.5	1
耐荷重 (g)	400	600	1700

<sup>a)</sup> 焼成条件：1120 °C, 4 h

以上の結果は，本フライアッシュを原料とする高強度の焼成体を得るには，ホウ酸または CaCO<sub>3</sub> どちらか一方を添加しても効果がなく，両者を適切な混合比で調製した混合添加剤が必要であることが明らかになった。

## 4 おわりに

フライアッシュを原料とする焼成体を作製する方法として、ホウ酸とカルシウム塩との混合添加剤が有効であることを明らかにした。特に、貝殻由来の廃棄物である炭酸カルシウムを本添加剤に用いることができたことは、有効利用が切望されている2種の廃棄物同士の組み合わせによる材料作成が可能になった点で非常に意義がある。

本研究で開発した技術を用いて作製した焼結体は、多孔性であるため、保水能力が非常に高いことが予想できる。今後は、この性質を活用し、省エネ室内環境調節材（空調用冷温発生板、潜熱利用蓄熱材等）としての可能性、具体的には、焼結体の成形条件と保水力の関係、その保水焼結体が気密室内を想定した断熱容器内の温度をどの程度下げられ、維持できるかどうかを評価する予定である。

## 文 献

- (1) 特許第 393117 号

## 【第 25 回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 25 年 10 月 18 日(金) 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：「地域における、環境ビジネス循環社会の形成」

### 【開会挨拶】

室蘭工業大学 大学長 佐藤 一彦

### 【講演】

演題Ⅰ：「環境新聞連載取材等に見る循環ビジネスの検討」

株式会社環境新聞社 編集部サブデスク 黒岩 修 氏

演題Ⅱ：「北海道における環境関連事業の取り組み」

北海道経済産業局資源エネルギー環境部 環境・リサイクル課 課長補佐 清野 正樹 氏

演題Ⅲ：「地域資源を活用したバイオマスタウンの形成」

下川町環境未来都市推進課 課長 長岡 哲朗 氏

演題Ⅳ：「F I Tと小水力」

富士電機株式会社 発電プラント事業部 水力プラント部主席 高橋 正宏 氏

---

### 【開会挨拶】

室蘭工業大学 大学長

佐藤 一彦 氏

皆さんこんにちは。只今紹介ありました室蘭工業大学大学長の佐藤でございます。本日は第25回フロンティア技術検討会の開催をご案内致しましたところ、各方面から皆様にご出席いただきまして誠にありがとうございます。

私の方からは最初に、主催しております団体の構成というか、それからこのフロンティア技術検討会のいままで取り組んできた経緯、そして本日扱う講演の主な内容等について簡単にご紹介させていただきます。

まずフロンティア検討会のメンバーでございますけれど、この次第の下の方に主催、室蘭地域産学官連携事業実行委員会ということで組織しております。四つの団体が参画しております。1番目は公益財団法人室蘭テクノセンターさん、2番目が産学交流プラザの「創造」さん、そして私どもの大学の地域共同研究開発センターとそのセンターの研究協力会、この四者で構成しております。いつもこの地

域で技術検討会を開催させていただいておりますけれど、この検討会の主旨ですけれども、世の中の潮流を捉えた大きな技術的な課題ですとか、あるいは企業の方が取り組んでおられる企業戦略、経営戦略、こういったことの中からテーマを選び、そしてその中に形式としては講演と交流会とこういう組み合わせでやっております。今年はそちらに並んでおられる四人の講師をお招きしての講演会という形式をとらせていただいております。一昨年のテーマですけれどこれは大変関心の強い企業のリスク管理の考え方、そして昨年度のテーマは、エネルギー戦略と省エネの対策、こういったことで進めさせていただきました。今年は先ほど司会からご案内の通り、この後ろのパネルにありますように地域における環境ビジネス循環社会の形成というテーマ設定をさせていただいております。ご案内の通り近年環境負荷の少ない商品サービス、環境保全に役立つ技術、システムを提供する、環境ビジネスが注目されております。今年度の本検討会ですが、国内、そして道外における環境ビジネスの現状、展開、地域資源を活用したバイオマスタ

ウンの取り組みなど、具体的な事例を紹介いたしながら、その関わり方に、参加いただいた皆様方と考えていきたいということでございます。それで後ろの方をご覧くださいますと、ここに掲げてありますように、今日講演いただく四件の題目とあらましですけれど、ご案内させていただきます。

まず、最初の講演ですけれども、これは株式会社環境新聞社の黒岩修さまに講演いただきますが、タイトルとしましては、「環境新聞連載取材等に見る循環ビジネスの展望」ということで、大変ユニークな記事が連載されてご覧になれますが、その中からいくつか注目いただき、そしてその中で取り組まれているユニークな環境ビジネスに取り組まれている方、これについて紹介いただき、そして環境ビジネスの今後の展望についてご紹介いただくのが、最初の講演になります。

それから二番目の講演は、今度は北海道の方に注目しまして、経産省の北海道経済産業局、今日は清野正樹さんにおいでいただいております、「北海道における環境関連事業の取り組み」ということで、リサイクル法の概要、それから苫小牧で今、実証試験が進んでおります CCS。これは二酸化炭素を分離回収して地下に貯蔵する、こういう取り組みであります。こういった内容についてご紹介いただき、北海道における環境ビジネスのあり方についてご呈示いただくという主旨でございます。

それから講演の三番目、こちらは下川町から今日は、その名も非常にユニークな環境未来都市推進課の長岡哲朗さまから町の取り組みについていろいろご説明いただきたいと思っております。この中で下川町ですが、森林共生型社会を基盤として森林相互産業の創造ですとか、あるいは木質バイ

オマスを活用としたエネルギー完全自給。こういったことに取り組んでいます。その取り組みについてご紹介いただき、我々として検討させていただき、こういうことでございます。

それから最後の四件目の講演ですが、スペースが足りなくて題目だけになっておりますが、「小水力と FIT」、こちらの方は資料が添えられておりますように、まあその富士電機さまは地熱発電関係ではパイオニア、そして今世界で一番大きなシェアを持っている、その富士電機さんが地域の方で非常に注目されている小水力について今日は話題として取り上げていただき、詳しく解説いただくという主旨でございます。

以上、四つの講演がこれから時間としては、17時までという予定になっておりますけれども、ご聴講いただきたいと思っております。今日、この四人の講師の方、大変お忙しい中、私どもから講演依頼を快く引き受けていただきまして、遠路おいでいただきまして心よりお礼を申し上げます。また、この次第の下に書いてあります、16の後援が私たちに支持を与えてくれております。北海道胆振総合振興局さん、室蘭市、登別市、伊達市、三つの行政、室蘭、登別、伊達、商工会議所、信用金庫、銀行、そして、北海道新聞の室蘭支社、室蘭民報、こういった報道機関の方々、ご後援いただきまして誠にありがとうございます。

結びに当たりまして、本日の講演会は出席された皆様の活動や、今後の取り組みに対して有効な示唆を与えることとなりますことを祈念いたしまして、開催にあたりまして主催者からの挨拶にさせていただきます。

本日はありがとうございます。

## 講演Ⅰ：「環境新聞連載取材等に見る循環ビジネス」

株式会社環境新聞社 編集部サブデスク

黒岩 修 氏

皆さんはじめまして、環境新聞で記者をやっております、黒岩と申します。

普段は記者ということで、取材で人の話を聞く役なので、なかなか聞かせるという機会はありませんので緊張してはいますが、私は学者でも、コンサル屋さんでも無いので、あまり専門的な技術の話や提言とかはあまりできないので、自分で担当している取材の中でちょっと面白い環境ビジネスをやっている所について、いろいろご紹介していきたいと思っております。

環境新聞とは皆様あまりご存じない方がほとんどでは無いと思いますけれど、今日資料と一緒にお配りした新聞など後でご覧になっていただければと思いますが、どういう新聞かという簡単にご紹介いたしますと、結構歴史は古くて、1965年に創刊しています。最初は環境公害新

聞で公害問題を扱っていた新聞としてスタートしています。1993年に環境資源部が解体しまして環境の全般を扱う新聞ということで、週刊で毎週水曜日発行、購読者には郵送で送られてくる業界紙というか専門誌です。

現在の紙面構成としては、総合面がありまして、エネルギー低炭素ビジネス、環境経営 CSR、循環ビジネス、この三つが新聞の柱になっています。これまでは比較的、規制動向、行政の法制度とか動きを中心に追ってきた歴史がありますが、これからはもっとビジネスを取り上げていこうという方針で今やっています。

特徴の一つとして、もちろん各担当記者が取材して記事を書いています。いろいろな方に寄稿いただいています。元環境事務次官の炭谷さんですとか、千葉県産廃Gメンの石渡さんですとか、いろいろな方に寄稿いただいているので、これもまた特徴の一つであります。もちろん新聞以外のホームページもありますし、最近ではフェイスブックも流行にのってはじめまして、これは私がフェイスブックを担当しまして、まだ、なかなか「いいね」の数が増え

ていないので、皆さんフェイスブックをやっている方がいらっしやいましたら、後で観ていただいて「いいね」していただくと非常に嬉しく思います。

今日は私が担当している連載記事の中から、環境に取り組んでいる企業を紹介したいと思いますが、まず一つ目として「東日本大震災災害廃棄物処理にどう臨むか」、これも震災直後から2年半くらい連載をやっているのですが、今回のテーマとは直接かかわるのかなというところがあるのですが、この連載は力を入れてきたところなので聞いていただきたいと思います。東日本大震災がおきて一カ月後、4月2日から廃棄の処理について、国や自治体、事業者、有識者、さまざまな関係への取材を通じて災害廃棄物の処理動向、課題、展望などを追いまして、今月80回目まで来まして、まだ続いております。一応国の処理期限が岩手、宮城に関しては、来年の春までなので、そこまで続けたいと思っています。ちょっと宣伝ですが、各30回ずつをブックレットにまとめた形で二冊だしております、今日新聞と一緒に購読案内と裏面にはブックレットを注文できる紙を入れていただいたので興味のある方は注文していただければありがたいです。最初に取材に行ったのが、2011年6月。出足は少し遅かったかなという気がするのですが、その後何度か現地に足を運んで広域処理を受け入れている自治体を取材しています。写真にあるのは2011年6月に行った釜石市の状況です。震災発生から3ヶ月くらいたった時ですが、まだ町中にゴミが散乱している状況でした。災害廃棄物処理は最初の分別が、かなりその後の処理に大きく影響したと言うことで、こちらが仙台市の仮置き場ですが、詳細な分別をして仙台市に関しては、最初はかなり住民から批判が出て、早くゴミを片付けろと言う声がたくさんあって、最初は遅れたと言われていたが、仙台市では分別が決定してから仮置き場に置くという方針打ち出してそれを徹底したことによって結果的には他地域より早く処理が進んでいる状況です。これは2011年6月の写真ですが、下のは大船渡市、岩手県、こちらが石巻、こちらが名取、ここがかなり有名になって、最終的には分別しないで20メートルから30メートル積み上げられた状態になって、危険だと言われた通り後で火災になるという結果です。その後皆さんご存じかと思いますが、岩手県、宮城県共にブロックごとにプロポーザルで委託先を選定して、2012年から体制整備が整い処理が本格化してきました、今年度は各地域処理が加速しています。上の方が石巻ブロックの処理。下は南三陸の処理区です。余談ですが、県は委託せずに独自に処理をしているところも、仙台市なんかそうです。東松島市などは、災害廃棄物は、元は市民の財産であるという考えで、地元で徹底的に処理をしようということで、被災された方1500人を雇用してリサイクルの取り組みを行っています。この写真は地元の方々が分別しているところですが、97%強の高いリサイクルを目

指しています。処理後の就職支援も行らしいです。今までの前段で、今日のテーマは環境ビジネスで、災害廃棄物処理で表に出てくるのはJVを組んでいる大手ゼネコンが目立っているのですが、実際の処理は地元の業者が大きく貢献しています。そういう所を紹介したいと思います。私を中心になって取材しているのが、廃棄物リサイクル分野ということなので、今回のタイトル循環ビジネスにあるように、廃棄物リサイクルの会社を中心になっています。災害廃棄物処理に貢献する企業の一つ目は、ムゲンシステムという所を紹介したいのですが、本社は東京で廃棄物の収集運搬をやっている会社なのですが、それと同時にアスベストの無害化や食品生ゴミ処理とか環境装置を作っているところで、装置開発拠点が釜石で、釜石ムゲン技術センターというところで、そこも震災でかなり津波被害を受けまして、上の写真が、震災が起きた年の年末に私が行って撮った写真なのですが、屋根のところがぐしゃぐしゃに壊れて震災の爪痕を残しています。これが去年末くらい、その時には社屋は綺麗に直っています。ムゲンシステムの社長さん、伊藤さんは震災が起きたとき釜石にいて壊滅的な被害状況を目の当たりにして、ご自分も命からがら避難したということです。当然、しばし途方に暮れたのですが、元々廃棄物処理の経験を生かし、地元で貢献しよう一念発起したということです。

ムゲンシステムは本社東京なので、より地元の企業に貢献したいということで銀河エナジーという別会社を震災2ヶ月後5月に設立しています。その年の7月末から10月に釜石市が廃棄物処理の試行事業をやりました、この時は他地域に先行した取り組みだったのですが、実際の処理は鹿島が入っているJVが手がけたのですが、その下に入って別な作業を行っています。正式な事業が始まったときには、当初施工事業をやった鹿島がそのままやるんじゃないかといわれてましたが、プロポーザルで逆転して大成がとって、ゼネコン同士の共生が働いたんじゃないかといわれていますが、まあJVが変わったんですが銀河エナジーに関しては、引き続き処理事業に加わって、地元の廃棄物処理に貢献しています。従業員は当初銀河エナジーとしては5人でスタートしたが、昨年末は66人に増えています。被災した方々を採用してこれだけ増やしたということです。その後、廃棄物処理終了後はどうするのかということは、今後復旧や復興事業が本格的になると建設土木工事などに社員を使う計画です。合わせて、ムゲンシステム釜石センターで引き続き、環境装置の開発に取り組んでまして、廃プラの油化処理装置などを開発し、これが実用化されると、処理に困っていた漁網の処理なども可能になります。

二つ目の会社ですが、仙台環境開発です。ここは仙台市に大きな最終処分場を持ってまして廃棄物処理に関しては大きなところなのですが、仙台市の災害廃棄物処理に当初から貢献してきたところなんです。最初は家庭からでる災害

ゴミ集積の管理を手がけて、その後分別でアドバイスし、仙台市の仮置き場の準備も支援しております。最終的には仙台市は、荒浜、蒲生、井土の3つの仮置き場処理場を作ったのですが、宮城県産業廃棄物協会の仙台支部の会員で管理団を組織し、3つの処理場を管理する形にしました。これは他の会員から自分たちにやらせろと言う声もあったと聞きますが、仙台環境は井土作業所を担当しています。これも2011年5月頃の写真で、今はもう廃棄物はありませんが、仙台は廃棄物の処理や選別を当初から行っていたということで、立ち位置はかなりゼネコンとかより良いのですが、元々廃棄物に深い知識を持っている廃棄物業者が分別に当たったのが後々きいてきたと今言われています。そういうことで仙台市はかなり廃棄物処理が完了してきているということで、写真は蒲生作業所で左側が2012年1月、右が今年の3月です。手前にあるのが自動車です。被害後積んでいたものですが、今年の3月にはもうこれぐらい片付いたということで、地元の企業が貢献したのが、処理が進んだ要因ではないかと思えます。

次ですが、恵和興業というこれも廃棄物処理業者なのですが、こちらは仙台市、福島市に二つ拠点があり、まさに被災地にある会社なのですが、ケイワ・ゼロエミプラント仙台で造粒固化処理を実施できる設備を持っています。宮城県南三陸処理区のJV代表になっている清水建設がリサイクル率向上に役立つ技術を探していて、この恵和興業の技術に注目して、南三陸処理区の処理場に仙台のプラントの小型版を設置して処理をはじめました。それによってリサイクル率は当初、清水建設は80%と見ていたが、これは99%、ほぼ100%に近いリサイクル率になる技術になると言われています。細かい処理の流れは、廃棄物を前処理して選別などして、最終的には造粒用原料を製造して従来埋め立て処分されていた残渣などが再生採石の原料としてリサイクルされています。この写真は仙台の施設のもので、最終的には6万トン程度扱う見込みです。こちらは福島にも施設を持っているので、地元の放射能の影響を受けていない、災害廃棄物の受け入れや、放射線関連業務で汚染物の除染アドバイスなどをして地域貢献しています。四つ目は、宮古ボード工業でいろいろところで取り上げられている有名な会社です。こちらは災害廃棄物の処理の貢献とは状況が違うのですが、これがここで作っているパーティクルボードです。元々、近接するホクヨープライウツの合板工場から出る残材を有効活用したいということでできたホクヨープライウツの関連会社で、震災が起きて宮古ボード自体は大きな被害を受けなかったのですが、合板工場の方が大きな被害を受けて、生産停止になってしまった。宮古ボードは残材の主原料が確保できなくなったので、2ヶ月間生産停止に追い込まれた。原料ないということでどうしようかと思っていたところ、震災で出た木質がれきを受け入れてくれないかという声がかかり、検討し

た結果、受け入れははじめました。2011年5月から岩手県山田町の木質がれきを受け入れました。太材ですとか角材などの質がいい物を限定して破砕機でチップ化してボード材にしています。これは復興ボードという名前が付けられて、2012年ロンドンオリンピックの日本選手団壮行会で披露された地球儀のオブジェに使われ有名になり、いろいろなところから注文がきたそうですが、元々既存のお客さんに供給する原料確保がっぱいなので、新しい所には提供できなかったという話です。最終的には、山田町、宮古市、釜石市、大船渡市、陸前高田市の各地から受け入れを行いまして、今年の8月までに1万トン超受け入れを行っています。もうそろそろ受け入れを終えるということです。木質がれきの混合比率はJIS規格クリア、品質確保のため2割程度に留めているということです。

災害廃棄物関連は以上ですが、これからまあいろいろな他の災害もありますし、そういうときに地域の企業が備えることが大事ではないかと思えます。

今回のテーマである環境ビジネス関係のある循環ビジネスの連載を今年の四月からやっています。これは、廃棄物処理やリサイクルを中心とした循環ビジネスに取り組んでいる企業の中で、廃棄物処理は創業者ががんばっているところが多くて、高齢の方が多く中で、若手経営者がやっている会社ですとか、独自の新しい事業の紹介をしているコーナーです。これを月1回連載していますが、今のところ各都道府県一件で、まだ七つくらいで47全部行きたいなと、4年くらいかかりますが思っています。まだ北海道に取材に来ていないので、どこかうちはこのところがあれば嬉しいです。余談ですが提供スポンサーが付いていますが、そういうのはこれまでうちの新聞にはなかったことなのですが、スポンサーからの出張費を使い取材してきました。

一つ目がアースサポートという会社で、島根県松江市で1975年から廃棄物処理事業を行っている会社です。島根県ではたぶん最大の会社です。収集運搬、中間処理、リサイクルを一貫して手がけられるところとなっています。割合としては建設系廃棄物や事業系一般廃棄物が多く、工場は食品リサイクルとか、RPFとか、焼却施設など一通りそろっていて、この会社さんは有害物を除くワンストップ処理を実現し、海外の巨大ショッピングモールをイメージしてやっています。こちらの社長、尾崎さんは7月まで全国産業廃棄物連合会という産業廃棄物処理の業界団体があるのですが、その青年部の全国会長を務めていまして、青年部事業として「CSR2プロジェクト」をやっていて業界全体でCSRに取り組んでいこうという、画期的なプロジェクトを展開しています。この会社のおもしろい取り組みとしては、廃棄物処理業で初めてTポイントの代理店になりまして、Tポイントの加盟代理店の拡大を図ると同時に、自社のサービスで一般顧客向けの解体事業にTポイントを

つけるという新しい取り組みをはじめまして、かなり好評のようです。同業他社にも提案し、十数社がTポイントを導入する動きのようです。もう一つの特徴は障害者雇用にも積極的で、障害者の就労支援を行うNPOを立ち上げています。リサイクルの分別作業などは、結構障害者の方が熱心にやられると言うことで、障害者雇用に配慮しています。この夏、東京の京浜島にも新工場を設置し、東京進出を果たして、ここも障害者を積極雇用して環境と福祉を融合させた施設エコウェル京浜島と名付けています。この社長がいつも言っているのが、「社員とその家族が誇りを持つ企業、業種に」したいと。ドライバーの方が子供から、お父さんの仕事ってゴミ屋さんなのと悲しそうに言われたのが、すごいショックだったという社員の話を聞いて、そういう思いは社員にさせたくないと言ったと、廃棄物処理業は環境ビジネスで立派な事業だということを社会に伝えたいと活躍されている会社です。

二つ目が、加藤商事でこちらは東京都東村山市で一般廃棄物の処理を中心にやっている会社なのですが、産廃などを行っています。こちらの加藤社長は先の尾崎さんの前の青年部の会長さんで、この方もやはり廃棄物処理は環境に良い取り組みを行っていることを広くアピールするために、いろいろな業界活動を取り組まれています。会社では新事業をはじめていますが、そこに若手を積極的に登用している。新卒社員を使うことで、廃棄物処理業であり少ないですが、この会社では何年か前から新卒社員を使っており、若手メンバーが新規事業に取り組んでいます。3年前に赤坂に営業所を開設し、ここを新規事業専門の拠点として展開しています。何をしているかという廃棄物処理業者、同業者の環境対策改善サポーター、処理施設の環境配慮型施設への移行、省エネ設備などの改善の導入支援や提案を行っています。行政や排出事業者ツールや資料の作成に協力しています。もう一つ、国の調査事業の受注、これはいろいろなコンサルなどを行っています。新規事業の取り組みで環境イノベーション事業部を行っており、これは先ほどいきました2011年以降の新卒社員で構成しています。若手中心でやっているということで、将来の経営層への成長を期待し、この中からトップに人が出てくることを期待しているということです。加藤社長は親の家業を引き継いでいるのですが、自分はそれにはこだわらず優秀な人がいれば家族でなくても譲ってもかまわないとおっしゃっています。新しい事業をやっている会社は本業が縮小傾向に見られがちだが、この会社は廃棄物処理業自体の扱い高も増えている、加藤社長の夢は、廃棄物処理施設は迷惑施設と思われ作ろうとすると住民の反対運動が起きるが、逆に人が集まるテーマパークのような家族で行けるそんな処理施設を作るのが夢で、それに向けていろいろ取り組んでいる会社です。

三つ目が甲陽興産という、滋賀県甲賀市、忍者の里にあ

る会社なのですが、こちらは元々、1971年に創業してから不動産業の後に産業廃棄物の最終処分場を運営し、それでかなり収益を上げていた会社なのですが、1989年に滋賀県の方から大手企業の工場を誘致したいと要請があり、工場を誘致するにもそこからでる廃棄物処理の受け皿がないと困るということで、県が処分場を譲ってほしいと申し入れ、なぜが無償で譲渡してしまったという会社です。その後は収集運搬に特化して、収集運搬のみをやっています。上場企業がたくさん誘致されてきたと言うことで、ゴミが大量に出るので、それを収集運搬するだけで当初かなり儲けていたが、リサイクルの流れでゴミが減少し経営が苦しくなってきたところ、社内でどうするか相談したところ、最終処分場を譲ってしまいそれが弱みなのでは無いかという声が出て、中間処理場を作りましょうという話も出たが、発想の転換で逆に強みにしてはどうなのかということで、若手メンバーを中心に事業計画を作りました。基本となるのは、顧客ニーズに徹底的に特化することで新しい転換を経てKOYOエコネットワークという、甲陽興産に賛同する廃棄物処理業者やリサイクル業者に一緒にやろうとネットワークを構築して、その中でワンストップサービスを作りました。現在150社くらい、近畿圏を中心に入っています。施設がないのを強みにするのはいいが、顧客が求める最適な処理先を紹介できると、自社施設があると自社の処理方法を優先して提案してしまうが、自分たちは自前の施設が無いので、その会社にあたりリサイクルや処理を現場に提案できることを強みにして取り組んでいます。それをやるにあたり取引先企業の現場に入り込んで提案や一元管理を取り入れています。ただ、この特徴的なのは、コンサルティングフィーは一切受け取っていません。提案することによって信頼関係を構築し、本業の収集運搬の取引拡大につながっていくという会社の考え方です。実際に、取引拡大しているということです。ここは忍者の里甲賀ですが、忍者は日頃薬を売って歩いているのですが、薬箱に足りない薬を補充していくのが仕事だったらしいのですが、その考えをもとにお客さんの困っていることを補充していこうという基本的な考えになっています。課題は一元管理をする際の人材育成と、甲賀という所で若い人が集まらない地域での人材確保です。

続いて、Green Propという聞き慣れない名前の会社ですが、写真にある女性社長ですが、元々は1985年福岡県筑紫野市で筑紫環境保全センターとして設立し、今年の7月にGreen Propというガラリーと社名を変更し、元々副社長だった川添克子さんが社長に就任し新しい会社としてスタートしました。Green Propという社名は、持続可能な未来環境をGreenで表し、それを支柱、Propに事業展開することを意味し、川添社長自らが命名いたしました。こちらは環境コンサルティングやCSR・ブランド作りなど、そういう事業に力を入れてきて業務内容にギャップを感じ

ており、社名を変えました。川添社長は美容業界で起業したいという夢を持って働いていたらしいのですが、ご兄弟がいらして、確か弟さんだと思うのですが、家業を引き継ぐことになっていたらしいのですが、ご兄弟に不幸があり急遽川添さんがお父さんの要請を受けて、この業界に引き込まれた経緯があります。最初の内は女性が活躍できる業界ではなかったもので、いろいろな嫌がらせもされたそうですが、そうした中、もともと大規模施設があるわけでは無く、歴史も長くない会社なのでどう勝ち残っていくか考えて、この社長は美容業界からの転身なので、美容業界は女性を美しくするために、化粧品などをいろいろなメーカーの中からその人に合うようにカスタマイズしていく仕事らしく、その考え方を基本に廃棄物処理に生かそうと考え、環境対策コンサルティング事業を10数年前から手がけています。内容的には廃棄物の一元管理からCO2削減、省エネ対策、CSR、ブランド作りなど様々なことをやっています。全国の優良な処理業者と連携して、クライアントは九州から日本全国まであるそうです。こちらは先ほどの甲陽興産と違い、コンサルティングを事業の柱としています。環境ビジネスは女性が活躍しづらい環境ですが、女性リーダーとして活躍しています。この方は、持続可能な未来環境を作るには、女性の視点やバランス感覚も必要なのではないかとおっしゃっています。社員には元々自分が美容業界で起業を目指していたので、起業家を目指してもらいたいと、自分の会社も分社化していきたいとおっしゃっています。まあ、以上が循環ビジネスのこれからの時代を担う会社で

す。

最後、飛ばした小型家電リサイクルなのですが、今日お配りした新聞にアビジという愛知県の会社を取り上げた記事が載っております。アビジに関して、読んでいただければわかるかと思います。

リテームやスズホールドディングスも、元々の施設を上手く使って、小型家電リサイクルを事業化しています。今、非常に問題点としては、自治体と事業者の意識の違いがあり、自治体は何でも有用金属以外のものも有価で買って欲しいと、事業者は、有用金属の少ない物は処理費をもらって引き受けたいと、市場に左右されない事業なので、資源価格に左右されない体制作りを考えなくては行けないと、そのためには今後国の自治体、認定事業者に向けた優遇施策なども考えていかなければならないかと思っています。最後に、環境ビジネスのポイントとしては、国や行政の政策動向や狙いをきちんと把握すると、自治体、地域のニーズをうまくみ取り、自社の強みと弱みを正しく分析し、情報収集を徹底すると、というのが基本かなと、後、業界の会合のほか、最近ではFacebookなどSNSを活用してネットワークを構築して、いろいろな事業展開をしている企業やグループも見られますので活用するのもいいかと思っています。環境新聞のFacebookもそれに貢献できるにはまだまだかと思いますが、これから目指していきたいと思っています。今後環境ビジネスはかなり成長の余地は大きいのでは無いかと思っております。雑ばくですが、私の話はこれで終わりにしたいと思います。

ご静聴ありがとうございました。

## 講演Ⅱ：「北海道における環境関連事業の取り組み」

### 北海道経済産業局資源エネルギー環境部

#### 環境・リサイクル課 課長補佐 清野 正樹 氏

皆さんこんにちは。只今ご紹介いただきました北海道経済産業局環境リサイクル課の清野と申します。本日はこの検討会にお招きいただきまして誠にありがとうございます。本来であれば、私どもの課長であります伊藤が出席するところだったのですが、現在ベトナムに出張中でありまして僭越ではありますが、私が代理を務めさせていただきます。今回お集まりの皆様方、何かのビジネスチャンスを考えての集まりだと思うのですが、何かお役に立てるかわかりませんがよろしくお祈りいたします。まあ、公務員の話でするので、つまらないかと思いますが、早速説明させていただきます。

本日、説明させていただくことを四つにまとめてきました。まず法律関連ということで、リサイクル関連の法体系、それと各種リサイクル法の概要を簡単にご説明いたします。その後にJクレジット制度というものがありますが、これを説明させていただきます。後、苫小牧で今動いておりま

すCCS実証プロジェクト。これを簡単に説明させていただきます。最後に当局が行っている環境関連事業の取り組みについて説明させていただきたいと思っています。それでは早速説明いたします。

まずは法体系なのですが、一番上にあるとおり、大量生産・大量消費・大量廃棄型社会からの脱却ということで、循環型社会をつくっていきましょうと法律がいろいろとできております。平たく言えば、ゴミを減らしながら継続する経済システムをつくっていきましょうということです。一番上の循環型社会形成推進基本法、これは環境基本法の理念に基づいて、国や地方公共団体、事業者さん、それから国民の責務を定めたというものです。循環型社会の形成の中に基本項目をつくっただけの法律です。その次にありますのが、廃棄物処理法ということで、廃棄物処理法とは皆さんご存じの通り、ゴミの適正な処理の法律で、ゴミの処理のルールや業務、仕事としてやる方の収集運搬業等の許可に関する法律が廃棄物処理法です。もう一つの右の方の資源有効利用促進法。これはリサイクルの推進全般なのですが、皆さんの身近な所では識別マークがそれです。例えば醤油とかジュース、お酒のペットボトルにPETのマ

ークがついていますが、それやスチール缶、アルミ缶、紙やプラスチックのマークをご存じかと思いますが、これらを定めているのが資源有効利用促進法です。そのほかに個別のリサイクル法がたくさんありまして、容器包装リサイクル法、家電リサイクル法、建設資源リサイクル法、食品リサイクル法、自動車リサイクル法、先ほど黒岩さんから説明していただきました、小型家電リサイクル法というのが、今年25年の4月1日から施行になっています。この各種リサイクル法のうち私どもが所管しているのが、容器包装リサイクル法、家電リサイクル法、自動車リサイクル法です。おのおのの法律ですが、容器包装リサイクル法とは、いろいろな容器がある中で、ガラス容器、ペットボトル、紙製容器、プラの包装、スチロールのトレイ、それをリサイクルしようということで、流れとしては消費者の方が、分別して出し市町村が集めて、集めたゴミをリサイクル業者に持って行ってリサイクルしてもらうのですが、その時に指定業者が容器包装リサイクル法と契約して、適切にゴミを処理するという流れです。処理のお金はだれが払うかというと、容器を作った人もしくは容器を使って物を売っている人が費用を払うことになっています。ただし全員が払わなくてはだめかという小規模事業者さんはそれを払わなくても良いです。製造業でしたら2億4千万より売上が少なく、従業員が20人以下だと特定事業者にはならない、ようするにお金を払わなくても良い。それからサービス業、小売業ですと7千万円以下、従業員が5人以下ですとこの特定事業者にはならず、お金を払わなくても良いです。実は特定事業者さんがお金を払ってない方が結構いまして、毎年調べて立ち入り検査をしているのが実態です。立ち入りしまして、これだけのゴミを出しているのでお支払いくださいとお願いしています。ちなみに生活系のゴミの60%は容器包装のゴミが占めていまして、法律が出来てから動き出したのが現状です。元々は最終処分場がもう何年か分しかなく、それでいろいろ各種リサイクル法が出来ていったのが実態です。次に家電リサイクル法なのですが、対象が決まっていましてエアコン・テレビ・冷蔵庫、洗濯機、この四つのもがリサイクル法です。昔は山などにテレビや冷蔵庫が投げあつたのですが、冷蔵庫やエアコンに含まれているフロンガスがオゾンホールを作っていることがわかりまして、これはきちんとリサイクルしなくてはならないということで、不法投棄と合わせてそれを減らすために動き出したリサイクル法です。これは捨てるときにリサイクル料金を支払いますが、例えば小売店に支払ったりして、リサイクル料金を支払うのですが、だいたい3から4千円とかその程度のお金ですが、物によって金額が決まっています。流れとしては一般家庭から小売店にいて、そして指定引取場所に行きリサイクルプラントに行き処理されています。お金は家電リサイクル券センターにいて、そこから手数料が入る流れになっています。

次に自動車リサイクル法、これは車検の時に皆さんが一回目の時に支払う、もしくは新車購入の時に支払うというものです。リサイクル料金は前払い方式ですので、お金はきちんと管理されておりまして、廃車そのものは引取業者に行き、解体業者に行き、フロン類を回収し、破碎業者に行き、シュレッダーになってリサイクルされます。リサイクルのお金なのですが、リサイクル促進センターできちんと管理しております。それからお金と車のデータも全市場で全部コントロールされています。自動車リサイクル料金を払っていない車は世の中には無いはずですが、車検の時にも確認されますのでそういうことになっています。ちなみに法律が出来たときには私が担当だったのですが、皆さんからご質問いただいたのは、どうせ経済産業省は天下りしているだろうと言われたのですが、ここには誰も行ってませんのでご承知おき下さい。このリサイクル料金は一部余ります。海外に輸出された車はリサイクル料金が請求されずそのまま残ります。そのお金をどう使うかという離島対策や不法投棄になった時に使われています。例えば奥尻島で車を買う人というのは、買うときは運賃がかかりますが、捨てるときは運賃がかからないのでその時使っています。解体業者が今取り組んでいるのは、最近ハイブリッドが出てきたので、ハイブリッド車の解体の勉強を一生懸命やっているところであります。これがだいたいの自動車リサイクルの流れです。

続きまして、二つ目のJ-クレジット制度。これは皆さんなじみがないと思いますが、一番上の真ん中に書いてあります、国内クレジット制度、それからJ-VER制度がありました。国内クレジット制度というのは経済産業省がやっていた制度です。J-VER制度は環境省でやっていたものですが、似ているけどちょっと違うと、それでばらばらに動いていたので今年から一本化しましてJ-クレジット制度になりました。これは一体何なのかと言いますと、まず国内クレジットから簡単に説明しますと、中小企業さんがヒートポンプやバイオマスボイラーで二酸化炭素を少なくした分、これを大手企業さんが二酸化炭素を減らす自主行動計画を立てて、自分のところでまかないきれない分を中小企業さんが減らした二酸化炭素の分を買い取るという制度で、これが国内クレジット制度です。J-VERも似ているのですが、そういう制度があります。それで一本化したのですが、皆さんなかなかわかりにくいので、メリットを簡単に説明しますとやっている実施者の人方は、お金で買ってくれるので売却益が出る。それから省エネによるランニングコストの低減になる。PR効果もある。これがだいたいのメリットです。買った側は低酸素社会の目標達成が出来るとか、PR効果、ブランド力のアップなど、それから省エネ法と温対法という法律がありますが、その法律の報告にも使われている。このわかりにくい制度がなぜできたのかというと、1997年に京都議定書と皆さん聞いたことあると思いま

すがCOP3というのがありまして、温室効果ガスを減らす義務が発生しました。日本は減らす期間が1990年から2012年まで6%減らすというのを会議でのまされました。EUは8%、アメリカは7%、途上国は減らす義務を負わなかった。アメリカは同意したが、発展途上国が義務量ゼロなのに変じゃないかとなりまして、批准しないと結局、アメリカは何もしていない。日本企業は真面目に6%下げる努力をして、国内では達成できなかったの、海外の二酸化炭素が減った分を大手企業さんがお金を払って買って達成しました。ところが日本企業から8千億円ぐらい海外に流れていった。そのうちの全世界の7割が中国に集中してしまい、そのほかにも4千億円くらい手数料が中国に入っているのが実態です。そのお金を支払っている大企業の皆さんにしてみたら、結局お金が海外に流れていくだけで良いこと無いでは無いかとなり、では国内でお金が廻るようにしましょうとなり、出来たのがこの国内クレジット制度です。要は先ほど説明したとおり海外から買うのでは無く、国内の中小企業さんががんばって減らした二酸化炭素の分を買って国内でお金を廻るようにしましょう、というのができた背景です。COP3京都議定書の第二約束期間というのが2013年、今年から2020年までなのですが、その期間、日本は入らないと言い切っています。ちなみに今年のJ-クレジット制度で活用しているのは、洞爺湖のお祭で使っています。これは珍しいパターンなのですが、洞爺湖で行ういろいろなお祭で発生する二酸化炭素分を北海道の企業さんが買ってやっている。こういったまとめた使い方はこれがはじめてです。

三つ目は苫小牧でやっていますCCS実証プロジェクト。CCSとはカーボンダイオキサイドキャプチャーアンドストレージ。二酸化炭素を捕まえて貯留しますという略です。これは日本で初めてなのですが、苫小牧沖が選ばれて動いています。ボーリングで掘って、砂岩とかの隙間にある貯留層に二酸化炭素を入れて、その上に遮蔽層の下に閉じ込める。圧入井を今、二本掘っていて滝ノ上層と萌別層、観測するための井を滝ノ上、萌別、CCS-1と三つ掘っています。今やっているのが、OBCというケーブルなのですが、海底受信ケーブルを掘削し終わっています。OBSという地震計も入れています。これが断面図なのですが、まっすぐから斜めに掘っています。二本入れて掘っています。結局、ここが砂岩の遮蔽層で、ここで処理をして上で重しをかぶせる感じで、簡素ですが、これが断面図です。スケジュールなのですが、これは去年から動き出しまして今年度は地震計などを設置したところ。27年までに設備をほぼ完成させて、後半に試運転し、28年には運転、圧入、観測となります。その後は、平成32年から実用化を目指すスケジュールになっています。苫小牧で今、こういうことが行われています。

最後に四つ目なのですが、当局の環境関連事業への取り

組みということでそのうちの一つ目、企業連携というのを今、支援しております。この四つの会社さんの技術を取り入れてやっております。今金町の今岡建機さん、新ひだか町の静内衛生社さん、帯広のアクトさん、中標津のたすくさん、この四つの企業の技術を組み合わせ、高効率、低コスト、省スペースの排水ユニットを試作開発しております。道庁系の北海道中小企業総合支援センターさんから事業費をいただいて動いております。北海道大学、産業技術総合研究所、道立総合研究所機構の指導を受けながら、芦別にあります、ジンギスカンやしゃぶしゃぶのたれで有名なソラチさん、ソラチ芦別工場の排水をお借りして、今現地でも実証実験を行っているところであります。次に海外展開支援の説明ですが、今まさにうちの伊藤課長、担当係長が同行して行っていますが、ベトナムで開催されていますベトナム2013という展示会に今出展しております。道内の水処理企業10社で投資ミッションを派遣中です。向こうで展示会に行くだけでは無く、一番初めに政府関係機関に会い、向こうの環境関連業界、それから企業さんと交流を図り、事業展開の可能性調査を行っております。その足で16から18まで、今日が最終日なのですが、ビジネスマッチングと展示会を今、鋭意やっております。これの結果はまたのちほど、どこかでご報告いたします。ちなみにベトナムはどのような国かと言うと、人口はだいたい8900万。社会主義ですが親日で、日本との関係は経済連携協定が2009年に結ばれて、今年の7月に二国間クレジット、後で説明しますが結んでおります。ベトナムからの対日輸出は、去年一年間で130億、輸入が116億ということで品目的には原油とか鋼製品が輸出している国となっています。日本からは機械とか、機械部品、パソコン、電子機器、鉄鋼が主な輸出品目になっています。これが海外展開です。三つ目としまして、個別企業の技術力強化の底上げということで、全部では無いのですが私どもの課がサポートし、いろいろと行っている事業の一覧でございます。一番上が、ものづくり補助金というものなのですが、これ24年度補正と書いていますが、今動いている事業として、全国で一万社が採択になり、北海道が188社採択になり、そのうち環境関連がこの7つが採択されました。アクトさん、角川建設さん、寿産業さん、静内衛生社さん、高橋組さん、十勝バイオ環境さん、バイオマスソリューションズさん。その二つ目なのですが、これは24年から26年まで三カ年事業なのですが、野村興産でやっています戦略的基盤技術高度化支援事業、サポートインダストリーというやつなのですが、これが今動いております。これは事業者さんが野村興産で、事業管理者が北見工業技術センターさんが行っています。三つ目がグローバル技術連携支援事業というもので、これも三カ年で中標津のたすくさんとリードネットが行っている事業で、これも後ほど詳しく説明いたします。それからその下、貿

易投資促進事業というのは、恵庭にあります近畿大学さんのバイオコックス研究所、そちらでやっている研究を海外に持って行って今やろうとしている事業で、これも後ほど詳しく説明します。最後にヒューエンスさんの地球温暖化対策技術普及等推進事業で、これは二国間クレジットにつながってきますが、これは本年度採択されて今動き出したところでございます。具体的な話で行きますと、まずバイオコックスプロジェクトですが、バイオコックスとは、いろいろな木屑とかお茶殻とか籾殻とか植物由来の廃棄物を原料にして、一定の圧力と温度で、炭化はしないが圧縮硬化させてコックスのようになり発熱量があがるというもので、これは近畿大学さんとナニワ炉機さんがやっています。これは実はタイに持って行ってやる事業であります。タイは籾殻がいっぱいあり、向こうに製造プラントを作って、その籾殻でバイオコックスを作って向こうのキューボラに入れて、データを取りながら、石炭コックスの代替実証試験を今行おうとしております。たまたまなのですが、タイと札幌が千歳空港で直行便が出来て、30日にタイの工業省の副事務次官一行が私どものもとにお見えになりまして、これはちょうどよいということでバイオコックス研究所を視察していただきました。最後になりますが、ヒューエンスさん、ヒューエンスさんの水処理事業の海外展開事例なのですが、これは先ほどの二国間クレジットで、2013年度から2020年度まで日本は京都議定書にはのっかりませんと宣言しましたが、何もしないと叩かれますので、インドネシアやベトナム、東南アジアの八カ国と二国間クレジットの協定を結びました。その協定を結んで実際に向こうで二酸化炭素を減らし、効果がどれくらいあって二国間で上手くいくことを全世界に説明するだけの実績作りをやっている。そのための実は事業です。向こうに行ってプラントを持ち込んで、二酸化炭素を減らす事業をやっています。これがヒューエンスさんの事業です。で、いろいろ説明させていただきましたが、国の施策の中で環境に対するものはストレートな物は一つもありません。皆さんにおかれましては環境に関してやりたい、何か補助金が無いのかと調べてもほとんどヒットしません。私どもとしてはいろいろな補助事業ありますが、皆さんが事業活動を行いながら調べてもなかなか大変だと思います。一番手っ

取り早いのが、私どものもとに相談に来ていただくのが一番良いです。国の施策以外に中小企業総合支援センターさんとか農水省さんとかいろいろな補助事業をありますので、こちらの方でお調べいたしますので、是非早めにご相談いただければと思います。ひとつ忘れていました、最後にものづくりの補助金の活用事例ですが、これは寿都町さんが中心になって取り組んでいる磯焼け対策の流れのもです。ご存じの通り、北海道沿岸部は磯焼けが進んでおりまして、寿都町さんが取り組んでいるのが製鋼スラグと堆肥を混ぜて施肥ブロックを作って、藻場を再生しようという事業でございます。これは北海道庁さんも施肥技術を活用した藻場再生事業が有効なので平成24年から三年の調査費がついているものでして、その流れに乗ったものなのですが、それに使うためのブロックを攪拌して固める機械を寿工業さんがものづくり補助金を活用して、今試作・開発しているというもので、この間、寿工業さんから写真が送られて、とりあえず作ってみましたというのが上の施肥ブロックです。これが今動いている事業でございます。終わりに、先ほど申したとおりストレートなものはないのですが、いろいろな補助事業がありますので是非ご相談いただきたいと思えます。いろいろな企業さんから、ご相談いただく時に必ず言われるのが、設備投資に対する補助事業がないかということですが、設備投資に関する補助金は、私の知る限りでは二つしかなく、農水省さんでやっている6次化の認定を取ったときに設備に対するお金が出るのと、後、エネルギー使用合理化で先ほどの二酸化炭素を減らすのもそうなのですが、高効率のボイラーを導入するとか、その二つぐらいしか無いのでは無いかと思えます。いずれにしても施策、税制、低利融資、補助金と大きく助成には3つあるのですが、使う際にも書類作りなど手間もありますので、今応募しているタイミングで書類作るのは非常に大変だと思いますので、できるだけお知り合いの役場、もしくは私どもの元に相談に来ていただければ、例えば来年に向けて今から用意してはいいのではとか書類作りなどお手伝いできますので、できれば相談していただければと思っています。役所に来れば情報がありますので、皆さんよろしく願います。これで私の話を終わらせていただきます。ご静聴ありがとうございました。

### 講演Ⅲ：「地域資源を活用したバイオマスタウンの形成」

下川町環境未来都市推進課 課長 長岡 哲朗 氏

ご紹介いただきました。下川町環境未来都市推進課の長岡でございます。本日は宜しく申し上げます。私ども本日に小さな町でございまして、小さな自治体の取り組みでございますが本日ご紹介させていただきます。話の前に、今年の6月に元経済産業省の官僚だった古賀茂明さんが来られて町を取材していきました。取材されたものがテレビ朝

日の報道ステーションでご紹介されましたので、先に流したいと思います。20分近くあるので、少し短くさせていただきます。

——ビデオ上映

ビデオ見ていただきましたけれども、テレビなので綺麗に編集されすぎていると思います。下川町ですが、道北の町で面積が644平方キロメートルで、東京23区とほぼ同じ面積で、ここに3600人が点在して住んでいる地域でございます。ビデオにもありましたが、非常に寒い地域

で雪が多く、マイナス30度になります。スキージャンプが盛んで、今年もソチオリンピックに候補として名前が挙がっております、伊藤大地くんや葛西紀明くんは下川町の出身でございます。女性では高梨沙羅さんという方が非常に有名ですが、もう一人伊藤有希という、高梨さんは上川町ですが、伊藤有希さんは下川の出身で、今年ソチのオリンピックは町からも応援団を出して行くのでは無いかなと思います。ジャンプは世界的に通用するようになってきていますが、20人くらい子供たちが地域でジャンプをやっています。皆、オリンピックに出てメダルを取ると信じてやまないです。大人たちも負けずに、最後の方でビデオにも出ましたが、世界に打って出られるような地域になって充実していきたいと考えています。下川町は町の面積の9割が森林です、その80%は国有林で、国有林に間借りをしているような地域でございます。1953年昭和28年ですが、自分たちの裁量がきく森林が欲しいと1221ヘクタール森林を購入することが出来ました。この時の購入価格が8800万、町の一年間の総予算が1億円だったそうです。その時に8800万円で山を購入しました。次の年に台風が来まして、買った山が壊滅的な打撃を受けました。昭和31年、財政再建団体になりますが、その時に腐倒木の処理をした結果、借金を返すことができました。但し腐倒木を倒してしまったので、択伐の施業を選んで太い木を切って施業が出来なくなったので、当時のリーダーたちが、ドイツの法正林という循環型の森林を作りだそうと、そうすると一気に売れたり、一気に切ったりしないので持続するし雇用も守られる。台風を機会に循環型の森林経営をやろうと一定の面積を毎年植え続けています。だいたい40ヘクタールから50ヘクタールを毎年植えて、間伐をしたり、枝打ちをしたり、林道をつけたりして地域の雇用を守っていくと、愚直にも毎年植え続けまして50年ほど経過し、良い木を出せるようになってきました。過去に切りすぎたとか反省する意味でも、北海道ではじめて平成15年にFSCという森林認証、これは国際的な認証ですが、10原則56の基準という大変きびしい認証ですが、それを受けて何センチメートル以上は切らないですとか先住民指定生物多様性に配慮するとか、そう言うような森林経営をやっている。いろいろなものを間伐定量など、産業にしていこうと、森林組合が小径木、中径木、間伐で出るものを、それぞれ商品作りをしながら、炭焼きなどもやりながら炭を焼くときに出る煙、そしてその煙を冷やして取る木酢液、こういったものも商品化すると、枝から出るオイルなども今は作り出して産業にしています。最後に森林組合の工場の紹介ですが、北海道のゼロエミッション対象にも数年前選ばれました。ここに雇用が出ておりまして、だいたい年間65人くらいの雇用がありますが、都市からIターンでくるのが60%近く、森林関係につきたいと非常に人気があります。人材能力などもやっていますが、2

0人、30人がエントリー待ちです。森林を中心に平成10年からクラスター研究会、実行委員会なども産学官の連携でございますけども、北海道は平成7年に道経連の古賀さんが産業クラスター構想を出されて、我々も小さいながら森林を中心にしたクラスターを形成して、産学官連携の中で森林を優位産業と捉えていろいろなものを作り出そうと取り組みを進めてきました。10年に研究会を立ち上げて、いろいろな異業種の方々と毎週勉強会をしながら取り組んできましたが、商品作りと共に、地域のランドデザインを描こうということで、森林共生社会を目指した中で、自然と産業と社会、これらが交わった所に暮らしやすい良質な生活を築こうと、これらを目指した取り組みを進めてきました。その結果クラスターで出たいろいろなアイデア、事業化を具現化するために今、推進機構を第3セクターが持っていますが、ここが中心となり下川が進めてきたカーボンオフセットやバイオマスの取り組み、FSCの森林認証ですとか、様々なものをここが起点となってコンサルも含めながら、内部に知識を集積した形で取り組んできました。下川の発展ステージということで、ここがお話した循環型の森林経営で、1953年から2000年くらいまで、資源を創出しております。さらに2000年くらいから、新エネルギービジョンを策定しまして、エネルギー利用をしようと、バイオマスの育成等で、平成15年にFS、具体化検討調査をやりながら、公共の温泉にバイオマスボイラーを初めて導入しました。これが成功しまして、公共施設にどんどん出ています。バイオマスを使えば、環境にいいと、温暖化対策に使えますと、先ほど清野さんからお話ありましたが、COP3で森林の二酸化炭素の吸収量ですとか、排出削減ですとか活用することで非常に注目されています。平成20年に国の環境モデル都市の認定を受けました。さらに、23年には環境未来都市と認定を受け、取り組みをどんどん進めています。バイオマスの取り組みですが、新エネルギービジョンを策定し、いろいろなデータを集積して、エネルギーの使用料等を調べながら、当時一番エネルギーを消費していた温泉にボイラーを導入しました。このボイラーはスイス製で、固形燃料を焚くときには含水率の加減が、発熱効率が非常に影響いたします。高含水率でも炊けるようにスイスのボイラーを導入しております。ボイラーを幼児センター、森林組合の集成材工場などに導入しています。役場のボイラーについては、四つの離れた公共施設、これを地下配管でつなぎまして地域熱供給という仕組みを構築しております。ここにバイオマスボイラーを導入したときには、民間の事業者さんから木屑を購入しておりました。新エネルギービジョンで運用していたんですが、元々80万kcalと63万kcalの重油ボイラーをエネルギー検討していく中で、63万kcalのボイラーに変わり、15.5万kcalの木質ボイラーを入れたと言うことです。工事費が7200万で、二分の一を環境省さ

んからいただき、二分の一の負担という形です。当初、木質を入れた方が年間5,60万高くなるのではないかという試算の上導入しました、ベース部分を木質ボイラーでまかなう予定でした。現在ですが、これは先ほどの五味温泉に入れている燃料です、これは民間の集成材工場から出る破材です。糊が付いているので、製紙にはならないので、未利用な資源でした。当時一施設だったので、一方向で供給していたが、どんどんボイラーを導入するにつれ、一方向では製材事業者さん、集成材工場が材をひかなくなってしまうと供給がストップしてしまうので、林地残材を北海道開発局さんと連携いたしまして、河川の支障木、ダムの流木などを一カ所に集積する基地を設けまして、木質原料製造施設で木屑にして他の施設に供給しています。公共施設の約42%が木質になっています。今年度の事業と昨年度の事業を今、小学校、中学校を計画して、今年は小学校と地域の町立病院、ここにも導入しようと思っています。来年度には70%くらいがまかなえるのでは無いかと思えます。ここで木質原料製造施設です、林地から出てくる林地残材等集積し天然乾燥したものを備蓄しています。ここはエネルギー共同組合スタンドや灯油を扱っているところが組合を作って町の指定管理をしています。設備はすべて町の方が整えて指定管理ということで、儲かる施設になっていますので、年間180万円は町に納入してくださいと、町はそれを積み立てて次の展開に進むという形です。180万以上儲かるような仕組みになっています。これは林地残材を収集するもので、間伐しても価値の無い材は、山に捨てられていたが、それを持ってくる作業が非常に上手くやらないとコストがかかりすぎる。林道の側をいろいろと試験をしながら林地残材を集めています。一方で資源エネルギーとして木材は、栽培してみてもどうだろうかと平成19年に柳を試験栽培しております。森林総研さんとやっていますが、柳は北の寒い地域でも初期成長が早い、一回切っても芽が残っていればどんどん出てくる、北欧やイギリスではエネルギー作物になっています。だいたい10ヘクタールくらい行っています。機械化して植えるのも一回なのですが、手作業でやりまして収穫は機械化しようとサトウキビやデントコーンの収穫機を使えないかと試験でやっています。あまりたくしないように四年から五年で切ってしまう、というような仕組みで研究が進んでいます。森林のバイオマスを活用することによって環境にも良いということで、先ほど清野さんからJ-クレジットが出ましたけど、私どもはJ-クレジットの前身でもあります国内排出量取引に対しまして、環境省がやっています J-VER、カーボンオフセットクレジット。この制度を研究しました。1997年に京都議定書が締結されて、その後、森林が持つCO2の吸収、これが認められて2002年には取引したいと、国内では制度が無かった為に、海外展開し海外の企業に買っていただけないかと研究をしました。日経新聞にも

出たのですが、それから農水省、環境省さんからそれはよくないことだとお叱りを受けて、その時には時代が早かったのかと。平成20年からJ-VER、クレジット等を環境省さんと一緒に実証、制度設計をやってきました。各種の先生方を入れながら20年に制度設計をし、21年から実証で企業さんに買っていただいています。最初に坂本龍一さんの団体モア・トゥリーズが我々と提携を結んで、資金提供してくれまして、下川町ははじめ四町協議会を組んでいるんですけども、森林にお金を入れてくれるということで始まりました。エコポイント制度でJCBさんなどや日本医薬機構、プロ野球の試合など3時間を越えた部分、CO2排出分を四町協議会を含めた中でオフセットするもので、札幌ビールさんは生ビールを売った分を下川町の森林に還元をします。こちらは連携協定を結んでいます。横浜市戸塚区、ここが運動会など行事をやるときに出るCO2をオフセットプレスします。このような形でどんどん、企業や都市の皆さんと交流を含めたオフセットプレスをやっています。実証をやった21年から23年の3カ年で約1億3千万の資金を提供していただいております。いろいろな企業さん達と交流を深めているところであります。一方で森林を整備しても住宅までは、サプライズチェーンを自分たちが育てた木材で、自分たちの地域に家を建てるという仕組みは全くありませんで、クラスターの研究会の中で、やはり地域で採れたものをやはり地域で家が建てられるような仕組みにしよう、地元の工務店で家が建てられるようにしようという取り組みをさまざま進めてきて、地域材を活用すると共に省エネの住宅、そしてゼロカーボンの住宅を、これは環境省の補助をいただいて、ゼロカーボン・エコハウスというモデルハウスを建てました。これを建てることによって、見ていただくショールームができた。泊まることもできます。温泉のゲストハウスとしても使っています。こういったものが出来たことによって、様々な地域材の売れ行きも良くなってきました。こういった技術は地元で工務店等、持ったものがありますので、地元で家を建てる時に地中熱のヒートポンプを入れたり、壁の厚さは300ミリのウッドファイバー、木質の断熱材を使っています。こういった技術がどんどん公共施設にも普及しております。また、住まい造りの支援としてリフォームにも支援をしています。100万円を超えるような気密断熱を加えるような場合、いくら支援しますと、年間30件くらいのリフォームが進められています。2000万円くらいの補助金の他に、総事業費として1億5千万くらいが、地域の中でリフォームすることによって回るということがございます。環境モデル都市、環境未来都市、環境モデル都市は低酸素社会を築こうという国の思惑のなかで高い目標を掲げて、野心的な政策をしていくという、うちの地域は2050年までに森林整備を進めながらCO2の吸収量を4.5倍、CO2の削減を6%地域で削減しますという高い

目標を掲げて指定を受けました。最初は北海道では帯広と6都市が受けて、そのほかに13都市。政権が変わって、環境保全都市は自民政権下だったのですが、民主党政権から環境未来都市となって低炭素だけでなく、高齢化や地域の産業を強くする、そしてモデル的なものを作りながら海外にも輸出展開するという施策です。この指定を23年に受けたところであります。下川は環境未来都市として、まず森林資源、これを相互産業化するというのを掲げています。相互産業化の中で、エネルギーも木質バイオマスを活用しながら完全自給してしまおうと、森林資源を活用しながら豊かな生活を享受しよう。先ほど、当時平成10年、12年くらいにクラスター研究会で掲げたグランドデザインをさらにブラッシュアップして環境未来都市を目指そうと言う戦略で進んできております。木材の森林相互産業化ですが、町有林を含めた私有林、広大な面積を持つ国有林、ここと共同施業することによって地域の中に財が落ちてくるような仕組みを作りながら、生産拡大、そして効率化を図っている。利用材としてほしい50%出るのでありますが、そのほか無駄なもの50%出ますので、最後木質バイオマスエネルギーで熱・電気等を作り出していくというような計画であります。時代はFIT固定価格買取制度ができていますし、非常に追い風なところでございます。もうひとつ先ほどのビデオで最初に出てきたコミュニティを再生していこうと言うことで、限界集落をモデルにパイロット事業を展開しています。町の中から10キロほど離れた130人くらいの地域ですが、ここをエネルギー自給させることによって地域作りをしていこうと。地域資源を使った産業作りもしながら過疎を再興させようと、さらに地域は人ですので、人を都市から導入しようということで新しい人材を入れながら地域作りを進めています。こちら木質バイオマスボイラーから出る、熱・電気、電気は太陽光のパネルを付けていますが、今現在6個、お店、食堂も工事中です。こういったパイロット事業もやって限界集落で一つのモデルを作って、これを下川の中心部へも波及させていきたいなと思っています。連携協定を行っている北海道大学さんで、資源のポテンシャル、食料やエネルギーの資源、それから肥料は、うちの町のポテンシャルは

非常に高いということです。うちの町のエネルギーの需要ですが、強い産業がないので家庭で消費されるエネルギーが非常に多く半分くらいです、灯油も多くこれらを自給することが出来れば、地域の産業も伸びるのではないかと。ここで、産業連関表を用いて、地域のお金の動きを追って見ております。そうすると儲かるのは農業と林業しかなくて、後は赤字で年間52億円くらい、エネルギーで12億円くらい外に出っぱなしですよと。これをいかに域内で循環させるかということテーマに施策に反映させています。域内で年間215億くらいの総生産です。いかに域内に回すかということ電氣、燃料、熱、こういった部分をやっていこうと。熱だけですが、年間1600万から2700万くらい公共施設を木質に変えることによって、コスト削減できていますので、こういったものを住民に見える形で還元したいという施策も起こしております。だいたい電力で5.2億円、熱で7.5億円、これをいかに域内に循環させるかという仕組みを拡大していけるかというのが最大のテーマです。そうすることによってリスク回避ですとか、域内循環がまとまったりしていけるのではないかと思います。お正月でしたか、北大の先生が北海道のエネルギーを再生可能エネルギー直接ではこのくらい、間接ではこのくらい、合計ではこのくらい、効果があらわれるのではないかと。うちの地域をさらに拡大していけば、さらにこうゆう効果が出るのではないかと。これが新聞に出ていました。こういうことをやって小さい地域ではあります。地域資源を活用しながら地域の自立に向かっていけるのではないかと考えながら進めています。非常に小さい町の取り組みだと最初にお話しましたが、我々地域が自立できることになると、これは北海道の自立にもつながるのではないかと。今全国に自治体、市町村は1711あります。そのうち町村というのが、930くらいあります。53%ということで、その地域が地域独自のエネルギー資源を活用し、地域活性化をしていくと本来の日本の自立に繋がっていくのではないかと願いつつ、小さい地域でこういった活動をしているところであります。私のお話はこれで終わらさせていただきます。ありがとうございます。

#### 講演Ⅳ：「FITと小水力」

##### 富士電機株式会社 発電プラント事業部

水力プラント部 主席 高橋 正宏 氏

皆さんはじめまして、富士電機高橋と申します。今から30分くらい、FITとタイトルは小水力となっていますが、先にFITの話をしていただいて、その後簡単に小水力発電の技術についてご説明させていただきます。先ほど、富士電機は地熱で世界的シェアが高いという話がありましたが、富士電機は水力発電の機器もかれこれ6、70年前く

らいから導入してございまして、特に30年くらい前から中小水力を主体に取り組んでいました。ただ、大きい物はすべてやっている会社でございます。最近ではFITで小さい水力発電がクローズアップされていて、その辺の技術をご説明させていただきます。今日お話させていただきますのは、まず固定価格買取制度、これは基本的には資源エネルギー庁さんの法令とか、いろいろな思慮の中、我々会社として取り組んでいく場合、どう理解していくかを主体にまとめた資料でございます。したがって多少自分勝手な部分の理解もあるかと思いますが、我々の捉え方はこういったも

のだということをご説明させていただきます。次に小水力発電ということで、水力発電とはどういうものかと水車の種類、どのような所に設置が出来るか、若い世代が得意な機種の説明、導入事例、水力発電の計画手順及び許認可、これはいろいろな許認可が必要になっています。こういったことを説明させていただきます。時間により説明を割愛させていただく場合があります。

では、最初に固定買取制度 FIT。これは法律の正式名称は、電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法、Feed in Tariff を略して FIT と読んでおります。中身は電気事業者に対する経済産業省の認定を受けた再生可能エネルギーによって発電された電気を一定の期間と価格で買取を義務づける法律。経済産業省の認定を受けた再生可能エネルギーが、電力会社は買い取らなくては行けない。決められた価格で買い取りなさいという規格でございます。この法律は特別措置法なので、期間は2012年から2020年まで、8年間の特別措置になります。この法律は3年ごとに見直すと。これは昨年7月に施行されて今ちょうど一年ちょっとたったところで、まだ法律は見直されておりません。法律は全39条、附則11条より構成されており、経済産業省の管轄であります。対象エネルギーは太陽光、風力、30Mw未満の水力、地熱、バイオマスであると。この五つのエネルギーに規定されています。次のFITの調達確保、調達期間ですが、経済産業省は経済大臣が毎年度、当該年度調達前に再生可能エネルギーの電気Kw時当たりの価格と期間を定めなければならない。これは第三者委員会で決定されます。具体的にそれぞれの電気種類ごとに単価を書いております。太陽光であれば、10Kwあたり37.8円の価格、これは税込の価格になります。太陽光に関しては、昨年度より今年度に入ってから買取価格は下がっております。これは後ほど、太陽光がどれだけ伸びているか見ていただければご理解できると思います。買取期間は、太陽光10Kw以上20年、10Kw未満10年と。他の電力も同じように買取価格と買取期間を示しています。中小水力について言いますと、1Mw以上30Mw未満は25.2円、200Kw以上1Mw未満では30.45円、200Kw未満では35.7円。買取期間は20年。一般的にこれまで例えば県の基準局さんが発生した電気の値下げを願うというのは聞いたことがないのですが、だいたい普通の買取は9円とか、過去はそれぐらいのレベルだと聞いております。これがFITが出来たことによってここまで上がってきた。限定20年という期間になります。導入することによってそれなりに経済性が上がると思えます。次に注意すべき条項ということで何点か注意するところがございます。まずは特定契約の申込みに対する義務ということで、先ほど電気事業者はFITは必ず買い取るということを申しましたが、実際には当該電気事業者の利益を不当に害するおそれがあるときその他の経済産

業省令で定める正当な理由がある場合を除き、特定契約の締結を拒んではならないと、この事例は聞いたことがないのですが、例えば発電するにあたっては、経済産業省の定める基準、あるいは規定がございます。それは最低限でも守ってもらわなければ締結出来ない。そういう意味だと理解しています。つまりFIT法では無条件で認定されない。何でもかんでも発電するから買ってもらえるというものには無い、ということです。次は接続に関する義務で、当該電気事業者による電気の円滑な供給の確保に支障が生じるおそれがあるとき、例えば電力会社の送電網に支障を来す場合は認定されない、これは例としては、電力会社の持っている送電線、配電線には容量というのがありまして、それを越える電源だと配電線が容量オーバーになって、逆に配電線がもたなくなりますので、そういうときは電力会社というか、経産省としては認定しないということになります。三つ目は再生可能エネルギー発電設備を用いた発電の認定等、経産大臣は、第一項の認定に係る発電が同項各号のいずれかに適合しなくなったと認めるときは、当該認定を取り消すことができる。これは20年間の買取を義務づけるということになってはいますが、発電される方はそれなりに事業の維持、規定を守る必要があると、そういう状態が満たされない場合は、認定が取り消されるということの意味をしています。これが注意すべきところでございます。先ほど接続の請求に関する説明という言葉ができました。これは何を意味するかといいますと、ここに電力会社の送電線、あるいは配電線がございます。事業者はここに水力発電所を建設したいと、この間ですが発電所から、電力会社の送電線と元々電気を送る方法がありませんので、接続の請求を事業者が電力会社にお願いと、これが接続の請求に関することを意味しております。次が電気事業法の特例と価格への反映ですが、ここに記載してあるのは一般的に電力会社が皆さんに対する電気の料金は許認可制で、勝手に電力会社の方で一方的に上げるということではできません。ただ、FITの再生可能エネルギーについては許認可制というか、固定価格で、40円なら40円で固定しますと。許認可は適用されません。もう一点の納付金の額は、長く書いてありますが電力会社が発電事業者から電気を買った場合、当然、売電の単価が当然上がります。その単価が上がった分はどこへ行くのかという、納付金という賦課金という形で請求されています。Kwあたり去年は2.2円だったのですが、今年度は0.35円で少し値上がりしています。これはそれだけ再生可能エネルギーの発電が増えていると、その分皆さんから徴収する単価が増えているということの意味をしています。これをわかりやすく費用負担を書いたものがございます。再生可能エネルギーの発電事業者が左にあります。まず、発電設備が、国で定める要件を満たすものか確認後、決められた買取価格で電力を売電する契約を電力会社と結ぶと、まずは事業者が国から認定

されます。事業者は固定価格で電気を買取します、電気事業者は国が定める価格で支払います。一方、電気事業者と消費者の間では電気事業者は電気を消費者に供給します、電気事業者は電気料金と賦課金を回収します。再生可能エネルギー買取費用は、消費者より賦課金という形で徴収し、この賦課金は買取費用の多寡に応じて電力会社に分配すると。最終消費者から回収された賦課金は、一旦は費用負担調整期間に入ります。ここで電気事業者にどれだけ買ったかという比率で調整期間が支払をします。全体的なFITにまつわる費用負担はこのようになっております。次に対象条件ですが、先ほど水力が30Mw未満と申しましたが、もう少し見ますと、例えばS&B。これは施設の改修、いわば既設の物を置き換えるという工事でございます。これは話を聞いているといろいろなケースがございます。元々水力発電所というのは機器だけではなく、大きいもの、水路、管路などがございます。もともとFIT、去年の段階では土木設備はFITの対象にはならないということだったのですが、今年度に入りまして、設備更新の範囲が土木工事、水圧管路などが変えなくても良いという表現も出て微妙になっています。二つ目の補助金ですが、元々補助金を受けている場合は返却をしなければならないという話があったのですが、現在は10%までは認める話になりました。三つ目は電力会社の取り扱いですが、電力会社は電気事業者なのでFIT対象外ですが、一般電気事業者が担当地域以外で発電した電気を担当地域の電力会社へ売電した場合はFIT対象となる。これは例えば北海道電力さんが東北電力さんの管内に発電所を作って、それを東北電力さんへ売ればFITの対象になります。ただ、こういう事例は聞いたことがありません。四つ目が揚水発電所の取り扱いで、揚水発電所は夜間の電力をつかって発電しているので、化石燃料を使っていると言うことでFITの対象外となります。ガイドラインとは、最終的にはFITの認定の対象になるかどうかと言うのは、最寄りの経済産業局に問い合わせいただくのが確実です。次は経済性の評価で、総工事費と建設単価というものを示しています。横軸が出力Kw数で縦軸が総工事費です。だいたい出力ごとに内部収益率、これが7%になるように総工事費を算出して、Kw単価を計算すると。今だいたい水力の場合ですと、後で内部収益率ご紹介しますが、内部収益率が7%になればそれなりに投資価値があるとされていて、これを得るためにどれくらいのKw当たりの建設単価で仕上げなければいけないか、それを示すのがこの折れ線のグラフです。だいたい3000Kwで130万円当たりだとそれなりに投資効果があります。経済性の評価とは、先ほどのIRRと言うものを示すもので、何かというと初期投資額が1.9億円。年間の発電収入がだいたい3600万円ほど。年間の運転維持費が1200万。その差が年間の収入、回収費になります。これを20年で回収した場合、複利計算したら金利がどれくらい付くか計

算したものです。この場合は9.4%ぐらいの金利がつきます。これはパソコンソフトのエクセルで計算すればすぐ出るもので、それを紹介したものです。次が設備認定状況で、今それぞれの電気が6月まででどれくらいあるか、こちらがどれくらい認定されているかということで、圧倒的に認定されているのは太陽光で飛び抜けて多い。水力については、ほとんど運転しているのはゼロに近いという状況です。水力は今まで件数で70件。認定出力で80Mwになっています。以上がFITに関する簡単な説明でございます。

次に小水力発電ということで、水力発電について簡単にご紹介させていただきます。まずは水力発電はなぜ電気が起きるかという、原理としては水の持っているエネルギーを水上の回転エネルギーに変えて発電機で電気エネルギーに変えると、水のエネルギーは、位置水頭、速度水頭、圧力水頭、と使い方によって位置のエネルギーを使うのか、速度のエネルギーを使うのか、あるいは圧力のエネルギーを使うのか、種類によって使うエネルギーが違います。出力は9.8、これは重力の数、流量、有効格差、で総合効率。これらを掛けたものが出力となります。よくお客さまが間違えるのが流量の単位は毎秒です、この単位を注意していただければだいたいの水車の出力はわかります。総合効率は大小によって違ってきますが、だいたい75から85%くらいになります。有効落差は上水位と下水位の差、実際には管路の露出が入ってきます、それを差し引いたものです。水車の発明者はほとんどアメリカ人とヨーロッパ人になっています。容量別の名称をここに記載していますが、一般的には100kw以下をマイクロ水力、1Mwから1000kwをミニ水力、10Mwから1Mwを小水力、100Mwから10Mwを中水力、100Mw以上を大水力といえます。水車といってもいろいろな種類がございます、水車の種類の選定には、横軸は流量、縦軸は有効落差になります、その条件によって使用できる水車が違ってきます。一般的にポピュラーなものは横軸フランシス水車、小さい所ではクロスフロー水車、後は我々特有の機種なのですが、管路に水道が付けられるタイプで、マイクロチューブラ水車というものがございます。後は昔ながらの水車の形をしたもの、これは体格が大きいのですが、数Kwぐらいの出力しかできません。ですから発電というよりモニュメントに近いものです、次のページにはいろいろな水車があります。これらは大容量で使われる水車です、こちらにはマイクロ水車それぞれの水車の特徴のご紹介ということで、いろいろな機種がございます。それぞれ長所短所がありますが、最終的には先ほど経済性ですとか、水車によっては性能や適応範囲が違ってきますので、コストなども変わってきます。これが一般的な水車のご紹介であります。次に水車の設置場所ということで、中小水力はどういった場所に設置するかということを何点かご紹介いたします。一つは上水

設備の設置事例ということで、浄水場とかはあえて圧力を当てている場所が適用可能です。例えば水源のダムから着水井の入り口の所、あるいは配水池の入り口、そういった所に落差がございます。その辺の余剰エネルギーを従来なら減圧弁で落としているのをそこに水車を設置して有効に活用しようというのが、浄水場への適応です。

ただ、浄水場以降処理水の配管に設置する場合、反動水車、途中で水が空気に触れないタイプのフランシス水車やプロペラ水車といったものを適用します。浄水場内に設置する場合、所内電力に使用しているケースが多いです。二点目がダム維持放流への設置例ということで、今般下流への放流スキームで維持放流をどこのダムでも行っております。そこにある落差と流量を使って発電しようというものです。こちらは年間を通して一定流量の運転なので、流量の変化があまりないので簡素化された機械が適用されるという特徴があります。三つ目が農業用水への設置例。これは農業用水にバイパスして、管路を設けて水車を設置する。農業用水は農山漁村電気導入促進法に基づき、戦後盛んに小水力が建設された。ここの特徴は落差があまり小さくなく、流量が一定流量のケースが多い。かなり農業用水への設置の案件が最近増えています。四つ目が下水、工場廃水などの設置事例、これは下水の最終的に川に流す水槽がありますが、サイホン式で水を引っ張ってきて、そこに水車を付けます、そうすれば土木設備をいじらずに発電ができます。こちらは今まで付けた事例を示しております。これは排水路の設置例です、これは上水の源水にフランシス水車を付けてあります。こちらは水再生センターということ

で、下水処理場への設置例でございます。こちらは上水処理後の水を利用した発電です。こちらは農業用水路を利用したS型チューブラ水車というものですが、発電出力としては500Kw程度であります。最後になります、水力発電所は自由に出来るものではなく、計画手順に許認可が必要になってきます、簡単に許認可についてご説明をさせていただきますと、まずは経済産業省の認可が必要なものとして、高さ15メートル以上のダムを伴うもの、あるいは出力が3万Kw以上のものについては認可が必要となります。それ以外で出力が20Kw以上のものが届け出、これは届出だけで問題ありません。上記以外、20Kw未満のものは手続きが不要となります。認可届出の内容としては、電気工作物の維持、保安規定、主任技術者、工事計画の届出、これら四つが必要になります。国土交通省の認可取得ということで水利権聞いたことがあるとおもいますが、水を使うために申請が必要となります。これは河川があって、例えば農業用水路、あるいは工業用水と取った場合、色で分けてどういう所に認可の申請が必要かということで、水色の部分に一回河川から取った後、自分の施設に入った部分は基本的に水色になっていまして、ここには許可は必要ないと。そのほかの部分少なくとも流水路専用の部分は、黄土色の部分ですが、こういったものは必要になります。それぞれの性質によって国交省の認可が必要になります。最後はしよりましたが、以上でFITと小水力についてのご説明を終わらせていただきます。ご静聴ありがとうございました

## 【平成 25 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

展示会出展助成事業

技術相談件数

研究経費及び件数の推移

## 平成25年度 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	環境負荷を低減する汎用型高炉セメントの創生	※くらし環境系領域 教授 濱 幸雄 くらし環境系領域 准教授 菅田 紀之 くらし環境系領域 助教 岸本 嘉彦	日鉄住金セメント(株) 製品開発部 品質管理グループリーダー 佐川 孝広
2	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 准教授 小室 雅人 くらし環境系領域 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
3	連続繊維（FRP）板の接着による水中・海中コンクリート構造物の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 くらし環境系領域 准教授 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
4	高品質鋳物製造へ向けての不純物除去技術の開発	※もの創造系領域 教授 清水 一道	近畿大学 理工学部機械工学科 教授 木口 昭二

### 民間等との共同研究

NO	大学側研究代表者	件数	共同研究相手	件数
			20 もの創造系領域 教授 風間 俊治	1
1	くらし環境系領域 講師 市村 恒士	1	21 もの創造系領域 教授 河合 秀樹	1
2	くらし環境系領域 准教授 上井 幸司	1	22 もの創造系領域 准教授 岸本 弘立	1
3	くらし環境系領域 教授 大平 勇一	2	23 もの創造系領域 准教授 佐伯 功	2
4	くらし環境系領域 助教 神田 康晴	1	24 もの創造系領域 准教授 境 昌宏	1
5	くらし環境系領域 講師 栗橋 祐介	1	25 もの創造系領域 教授 清水 一道	9
6	くらし環境系領域 准教授 小室 雅人	3	26 もの創造系領域 教授 世利 修美	3
7	くらし環境系領域 特任教授 田畑 昌祥	1	27 もの創造系領域 准教授 高氏 秀則	1
8	くらし環境系領域 教授 土屋 勉	1	28 もの創造系領域 教授 埜上 洋	2
9	くらし環境系領域 教授 濱 幸雄	4	29 もの創造系領域 講師 松本 大樹	1
10	くらし環境系領域 講師 真境名達哉	1	30 もの創造系領域 准教授 渡邊 浩太	1
11	くらし環境系領域 教授 溝口 光男	1	31 航空宇宙機システム研究センター 教授 東野 和幸	4
12	しくみ情報系領域 教授 板倉 賢一	2	32 航空宇宙機システム研究センター 特任教授 杉岡 正敏	1
13	しくみ情報系領域 教授 永野 宏治	2	33 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	3
14	しくみ情報系領域 教授 福田 永	1	34 地域共同研究開発センター 特任教授 鴨田 秀一	1
15	しくみ情報系領域 准教授 渡邊 真也	1	35 地域共同研究開発センター 准教授 古屋 温美	2
16	ひと文化系領域 准教授 上村 浩信	1		
17	もの創造系領域 教授 相津 佳永	1		
18	もの創造系領域 准教授 植杉 克弘	1		
19	もの創造系領域 教授 上羽 正純	1		

## 民間機関等からの受託研究

NO	大学側研究代表者	件数							
			9	もの創造系領域	教授	清水 一道	4		
1	くらし環境系領域	教授	中津川 誠	1	10	もの創造系領域	教授	関根ちひろ	1
2	くらし環境系領域	教授	中野 博人	1	11	もの創造系領域	教授	世利 修美	1
3	くらし環境系領域	講師	真境名達哉	1	12	もの創造系領域	教授	高木 正平	1
4	くらし環境系領域	准教授	吉田 英樹	1	13	もの創造系領域	准教授	花島 直彦	1
5	しくみ情報系領域	教授	塩谷 浩之	1	14	もの創造系領域	講師	松本 大樹	1
6	もの創造系領域	准教授	魚住 超	1	15	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
7	もの創造系領域	准教授	梶原 秀一	1					
8	もの創造系領域	准教授	岸本 弘立	1					

## プレ共同研究

※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	海洋環境での利用を目的とした耐食鋳鉄の開発と性能評価	※もの創造系領域 講師 長船 康裕	(株)フジワラ 代表取締役 藤原 鉄弥
2	潮流発電機用のプロペラ構造に関する研究	※もの創造系領域 教授 清水 一道 工学研究科 博士後期課程 物質工学専攻 船曳 崇史	(有)寺岡商事 常務補佐 吉井 徹
3	大型ボールミル用耐摩耗鋳鉄の研究開発	※もの創造系領域 教授 清水 一道 工学研究科 博士後期課程 物質工学専攻 楠本 賢太	東洋鉄球(株) 取締役副社長 春日 宏之
4	小水力発電における効率的な水車構造の研究	※くらし環境系領域 教授 中津川 誠	(株)水工リサーチ 技術部 佐藤 大介
5	ヘリコプター搭載型高分解能レーザーキャナーを用いた火山防災データ収集に関する研究	※くらし環境系領域 准教授 後藤 芳彦	(株)タナカコンサルタント 部長 亀山 聖二
6	口蹄疫ウイルスに有効な着色ゼオライトの開発研究	※くらし環境系領域 教授 中野 博人	(株)阿部産業 代表取締役 阿部萬千雄
7	廃棄物を原料とする温度調節機能を有する環境調和材料の創生	※くらし環境系領域 特任教授 田畑 昌祥 くらし環境系領域 助教 馬渡 康輝	東海建設(株) 建築営業部長 松本 和好

## 展示会出展助成事業

①出展研究シーズ名：ものづくり基盤センターエコランププロジェクト

申請教員：もの創造系領域 講師 廣田 光智

展示会名：札幌モーターショー2014

開催場所：札幌ドーム(札幌市豊平区羊が丘一番地)

開催期間：2014年2月14日(金)～16日(日)

入場者数：22,409名, 42,836名, 50,019名 合計 115,264名

出展内容：本学のものづくり基盤センターにおいて行っているエコランププロジェクトで製作した車両2台を札幌モーターショー2014に展示して、活動内容や技術力を説明する。エコランププロジェクトでは、毎年Honda主催で行われる1Lのガソリンでどれだけ走行できるかを競う、Hondaエコマイレッジチャレンジ全国大会に出場している。本学の出場車両は、Honda50ccバイク用エンジンを使用して三輪で走行する改造車部門と、市販車をベ

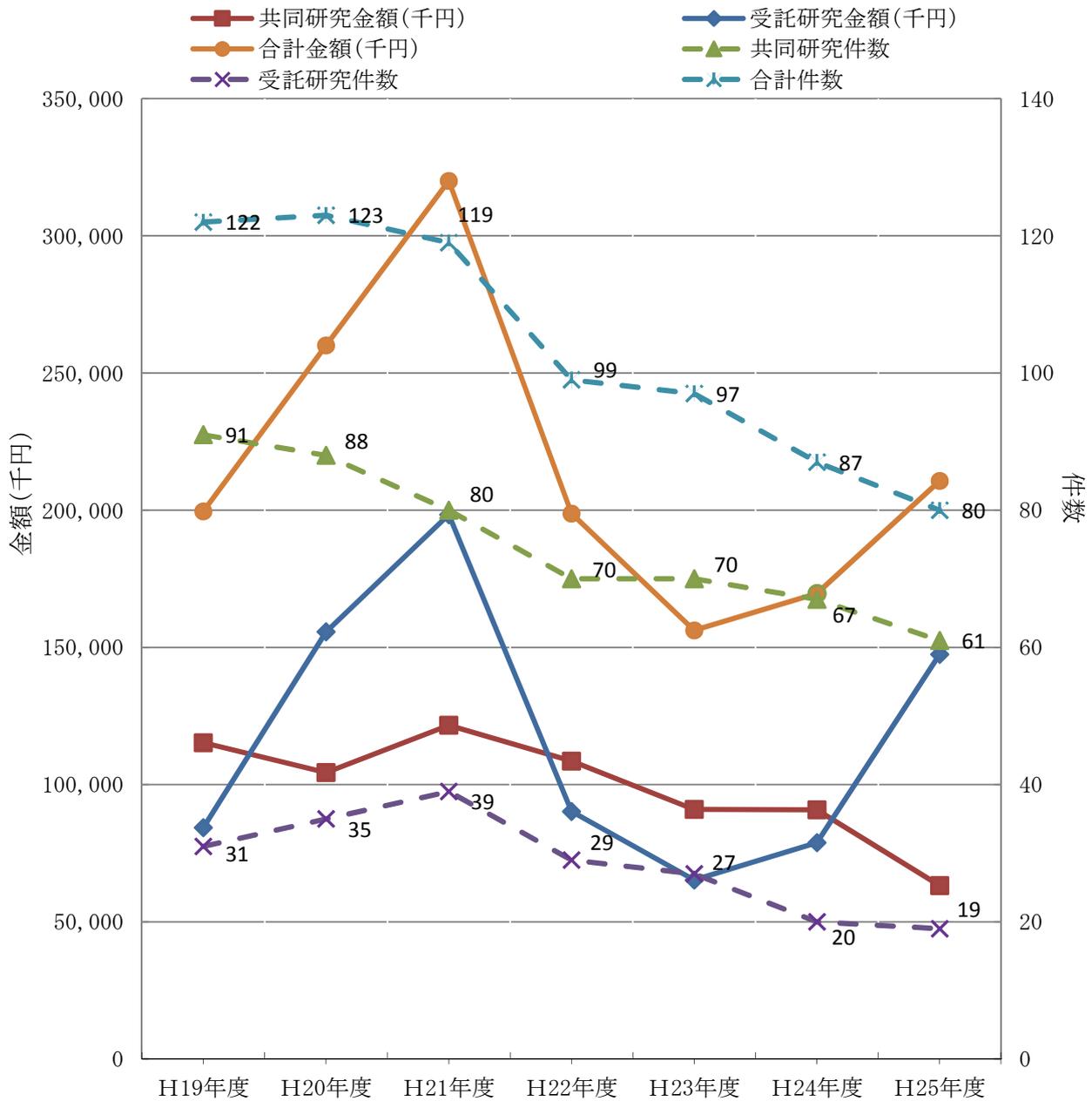
ースに改造できる範囲が限定されている市販車部門の、2台である。2013年の全国大会では、改造車部門で1395km/Lで6位、市販車部門で279km/Lで3位と、同時に入賞を果たした。

## 技術相談

①47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

	H19年度	H20年度	H21年度	H22年度	H23年度	H24年度	H25年度
共同研究金額(千円)	115,267	104,386	121,628	108,559	90,961	90,817	63,202
受託研究金額(千円)	84,313	155,676	198,380	90,219	65,243	78,841	147,472
合計金額(千円)	199,580	260,062	320,008	198,778	156,204	169,658	210,674
共同研究件数	91	88	80	70	70	67	61
受託研究件数	31	35	39	29	27	20	19
合計件数	122	123	119	99	97	87	80



「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

## 【平成 25 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，展示会および見学会

### 広報

# 平成 25 年度 事業活動

## 1. 研究協力会活動(2 件)

- (1) 役員会および総会
- (2) 出前講義(3 回)

## 2. 研修会, セミナー, 研究会等(11 件)

- (1) 第 25 回フロンティア技術検討会
- (2) 高度技術研修
- (3) CRD セミナー(6 回)
- (4) MOT(技術経営)実践講座(4 回)
- (5) 胆振経営革新塾(8 回)
- (6) 第 2 回西いぶり圏域・再生可能エネルギー講演会
- (7) 第 6 回道内電気計装エンジニアリング研修会
- (8) 北海道 CAE 利用技術研究会
- (9) 北のものづくり研修会(11 回)
- (10) 中小規模材料加工実践技術経営研究会・JZK(3 回)
- (11) 第 6 回北海道地区高専テクノ・イノベーションフォーラム

## 3. 研究推進(5 件)

- (1) 平成 26 年度共同研究プロジェクト(公募, 審査)(7 件)
- (2) プレ共同研究(公募, 審査)(7 件)
- (3) 新日鐵住金(株) 棒線事業部 室蘭製鐵所との技術交流会(11 回)
- (4) 新酸素化学(株)との共同研究に関する打合せ
- (5) 技術相談(47 回)

## 4. 会議, 連絡会, 情報交換会(8 件)

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

## 5. 報告会, 説明会, 展示会および見学会(3 件)

- (1) 技術士全国大会
- (2) 新技術説明会(2 回)
- (3) 展示会および見学会(8 回)
  - ① 北洋銀行ものづくりテクノフェア 2013
  - ② イノベーション・ジャパン(～大学見本市&ビジネスマッチング～)
  - ③ ビジネス EXPO「第 27 回北海道 技術・ビジネス交流会」
  - ④ 第 3 回エコ・リサイクル型ものづくりシンポジウム
  - ⑤ 札幌モーターショー2014(展示会出展助成事業)
  - ⑥ 道央技術交流会および視察見学会
  - ⑦ 室工大の産学官連携活動と社会貢献説明&OASIS, FEEMA 紹介および視察見学会
  - ⑧ 室蘭市の低炭素社会実現に向けた合同シンポジウム

## 6. 広報(2 件)

- (1) 定期刊行物(平成 26 年 3 月)(3 件)
- (2) 学内講義棟での展示(6 回)

## 1. 研究協力会活動(2件)

### (1) 役員会および総会

#### 【議題】

- ①平成24年度事業活動・決算報告
- ②平成25年度事業計画(案), 予算(案)等を協議

#### 【特別講演】

演題: 「積雪寒冷地域での社会インフラインノベーションと都市再生」

理事(連携担当)・副学長 加賀屋 誠一

#### 【情報交換会】

日時: 平成25年7月10日(水) 14:00 ~ 18:30

場所: 中嶋神社 蓬峯殿(室蘭市)

参加者: 32名

### (2) 研究協力会向け出前講義(3回)

#### ①講義内容

- テーマⅠ: 「腐食現象理解の基礎知識」
- テーマⅡ: 「分極曲線と腐食速度の関係」
- テーマⅢ: 「腐食現象とその解析事例」

もの創造系領域 教授 世利 修美

日時: 平成25年8月27日(火)15:00 ~ 17:00, 28日(水) 15:00 ~ 17:00, 29日(木)15:00 ~ 17:00

場所: 日鋼検査サービス(株)(室蘭市)

参加者: 各回 32名

#### ②講義内容

テーマ: 「鉄鋼材料の特性について」

地域共同研究開発センター 特任教授 センター長 鴨田 秀一

日時: 平成26年1月27日(月) 16:00 ~ 18:00

場所: (株)札幌研削工業(札幌市)

参加者: 17名

#### ③講義内容

テーマ: 「鉄鋼材料の熱処理技術について」

地域共同研究開発センター 特任教授 センター長 鴨田 秀一

日時: 平成26年3月20日(木) 18:00 ~ 20:00

場所: (株)北央技研(室蘭市)

参加者: 4名

## 2. 研修会, セミナー, 研究会等(11件)

### (1) 第25回フロンティア技術検討会

総合テーマ: 地域における, 環境ビジネス循環社会の形成

テーマⅠ: 環境新聞連載取材等に見る循環ビジネスの展望

(株)環境新聞社 編集部サブデスク 黒岩 修

テーマⅡ: 北海道における環境関連事業の取り組み

経済産業省北海道経済産業局 資源エネルギー環境部

環境・リサイクル課 課長補佐 清野 正樹

テーマⅢ: 地域資源を活用したバイオマスタウンの形成

下川町環境未来都市推進課 課長 長岡 哲郎

テーマⅣ: 小水力とFIT

富士電機(株) 技術部長 高橋 正宏

## 【産・学・官交流会】

主 催：室蘭地域産学官連携事業実行委員会構成，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，室蘭民報社  
日本政策金融公庫，北海道新聞社 室蘭支社，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 25 年 10 月 18 日(金) 14:00 ～ 19:15  
場 所：中嶋神社 蓬峯殿(室蘭市)  
参加者：101 名

## (2)高度技術研修

### ①室工大&機械工業会コラボによる高度技術研修(2013 ものづくり技術セミナー)

テーマⅠ：微細粉体の基礎的特性について

くらし環境系領域 准教授 藤本 敏行

テーマⅡ：3Dプリンターの技術動向と最新技術

(独)産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門

基盤的加工研究グループ グループ長 岡根 利光

テーマⅢ：無機粉末積層成形法による鋳造用鋳型製作事例

(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 製品技術部

生産システム・製品技術グループ 主査 戸羽 篤也

テーマⅣ：歯科用 CAD/CAM の積層造形への展開

東京歯科大学 歯科理工学講座 教授 小田 豊

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)

後 援：(公社)精密工学会 北海道支部，(社)機械学会 北海道支部

(公社)日本鋳造工学会 北海道支部，(地独)北海道立総合研究機構 工業試験場

日 時：平成 25 年 11 月 20 日(水) 13:00 ～ 17:00

場 所：京王プラザホテル札幌(札幌市)

参加者：102 名

## (3)CRD セミナー(6 件)

### ①医工連携研修会(第 1 回 CRD セミナー)

テーマ：「高照度光治療に関する共同研究の経過報告および職場における

メンタルヘルスケアについて ～セルフケアを中心に～」

保健管理センター 准教授 精神科医 三浦 淳

主 催：社会医療法人 製鉄記念室蘭病院，室蘭工業大学 地域共同研究開発センター

日 時：平成25年4月25日(木) 17:40 ～ 18:50

場 所：製鉄記念室蘭病院 講堂(室蘭市)

参加者：45 名

### ②第 2 回 CRD セミナー

テーマ：「北海道における津波防災の現状と課題」

くらし環境系領域 教授 木村 克俊

主 催：室蘭工業大学 同窓会 水元技術士会

日 時：平成25年6月7日(金) 18:00 ～ 21:00

場 所：札幌グランドホテル(札幌市)

参加者：112 名

### ③第3回 CRD セミナー

テーマ：「北海道の埋蔵資源石炭から未来へのエネルギーへ 石炭のガス化の実用化を探る」  
環境科学・防災研究センター長 しくみ情報系領域 教授 板倉 賢一

主催：室蘭工業大学 同窓会 水元技術士会  
日時：平成25年7月12日(金) 18:00 ～ 21:00  
場所：ホテルポールスター札幌(札幌市)  
参加者：26名

### ④第4回 CRD セミナー

テーマ：水産を核とした地域振興と産学官連携について  
地域共同研究開発センター 准教授 古屋 温美

主催：室蘭工業大学 同窓会 小樽支部  
日時：平成25年10月26日(土) 16:45 ～ 18:00  
場所：ニュー三幸(小樽市)  
参加者：41名

### ⑤苫小牧地域産学官金連携セミナー2013「コンクリートの先端技術」(第5回CRDセミナー)

テーマⅠ：「微視的構造から見るコンクリート」  
苫小牧工業高等専門学校 環境都市工学科 准教授 渡辺 暁央

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

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、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 研究協力会  
日時：平成26年1月20日(月) 15:00 ～ 17:00  
場所：苫小牧経済センター 6F 大ホール(苫小牧市)  
参加者：75名

### ⑥第6回 CRD セミナー

総合テーマⅠ：連続繊維 (FRP) 板の接着による水中・海中コンクリート構造物の  
補修補強工法の開発に関する研究

テーマⅠ：せん断キー配置間隔を変化させた FRP 板水中接着曲げ補強 RC 梁の耐荷性状  
くらし環境系領域 講師 栗橋 祐介

テーマⅡ：FRP 帯を用いて水中接着せん断補強した RC 梁の耐荷性状  
客員教授(三井住友建設(株) 技術開発センター 上席研究員) 三上 浩

総合テーマⅡ：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  
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：供用後 50 年が経過した 5 径間連続 PC 橋梁の固有振動数に関する  
現地振動実験とその健全性  
くらし環境系領域 准教授 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26年3月7日(金) 10:00 ～ 12:00  
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：28名

## (4) MOT(技術経営)実践講座(4回)

### ①第1回 MOT(技術経営)実践講座

テーマ：「ものづくり現場での生産管理 ～トヨタの生産計画～」  
前トヨタ自動車北海道(株) 取締役技術部長 齋藤 均

日 時：平成25年6月24日(月) 10:25 ～ 12:00

参加者：25名

## ②第2回 MOT(技術経営)実践講座

テーマ：「我が歯車人生を振り返り見て 歯車の未来を予見する」

大岡技研(株) 執行役員 技術部長 兼 研究開発部長

日本機械学会 フェローメンバー 川崎 芳樹

日 時：平成25年7月1日(月) 10:25 ～ 12:00

参加者：34名

## ③第3回 MOT(技術経営)実践講座

テーマ：「ベンチャー企業の志と技術経営」

(株)GEL-Design(ジェルデザイン)((株)Savon de Siesta(サボンデシエスタ) 代表取締役)

常務取締役 附柴 裕之

日 時：平成25年7月8日(月) 10:25 ～ 12:00

参加者：26名

## ④第4回 MOT(技術経営)実践講座

テーマ：「国内でのものづくりにおける環境諸問題について」

(株)三菱化学テクニサーチ 客員研究員 石井 武雄

日 時：平成25年7月22日(月) 10:25 ～ 12:00

参加者：28名

主 催：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター

場 所：教育・研究3号館N棟 N301室

## (5)胆振経営革新塾(8回)

### ①第1回次世代人材育成プログラム：室蘭工業大学、法政大学

— 脱ハウツー!!! 本質を見極め、解決策を提案できる人材を目指して! —

テーマ：ロジカルシンキング

テーマⅠ：「選択を科学する—あなたがその行動を選ぶわけ—」(室蘭工業大学)

崇城大学 教授 永松 俊雄

テーマⅡ：「地域と中小企業の課題」(法政大学)

法政大学 教授 岡本 義行

テーマⅢ：「本講座の全体ガイダンス」(室蘭工業大学)

法政大学 地域研究センター 客員研究員 中島 由紀

日 時：平成25年8月23日(金) 19:00 ～ 21:00

参加者：22名

### ②第2回次世代人材育成プログラム：法政大学

— 脱ハウツー!!! 本質を見極め、解決策を提案できる人材を目指して! —

テーマ：事業シフト戦略

テーマⅠ：「中小企業の事業シフトと戦略」

法政大学 教授 松本 敦則

日 時：平成25年9月18日(水) 19:00 ～ 21:00

参加者：24名

### ③第3回次世代人材育成プログラム：法政大学

— 脱ハウツー!!! 本質を見極め、解決策を提案できる人材を目指して! —

テーマ：事業シフト戦略

テーマⅠ：「企業理念とマーケティング」, 「「ルデラル」な生き方」

(株)レスカ 代表取締役社長 岩澤 光洋

日 時：平成 25 年 10 月 3 日(木) 19:00 ~ 21:00

参加者：24 名

**④第 4 回次世代人材育成プログラム：法政大学**

— 脱ハウツー!!! 本質を見極め、解決策を提案できる人材を目指して! —

テーマ：事業シフト戦略

テーマ I：「農林水産業の知識・技術利用による地域再生」

法政大学 教授 岡本 義行

テーマ II：「企画書の作り方」

法政大学 地域研究センター 客員研究員 中島 由紀

日 時：平成 25 年 10 月 17 日(木) 19:00 ~ 21:00

参加者：24 名

**⑤第 5 回次世代人材育成プログラム：室蘭工業大学**

— 脱ハウツー!!! 本質を見極め、解決策を提案できる人材を目指して! —

テーマ：マネジメント論

テーマ I：「CSR 経営とイノベーションそしてリーダーシップ」

法政大学 政策創造研究科 客員教授 北原 正敏

日 時：平成 25 年 10 月 31 日(木) 19:00 ~ 21:00

参加者：25 名

**⑥第 6 回次世代人材育成プログラム：法政大学**

— 脱ハウツー!!! 本質を見極め、解決策を提案できる人材を目指して! —

テーマ：マネジメント論

テーマ I：「ベンチャー・中小企業の事業活性化のために」

(株)産創コラボレーション 代表取締役 小林 守

日 時：平成 25 年 11 月 7 日(木) 19:00 ~ 21:00

参加者：24 名

**⑦第 7 回次世代人材育成プログラム：法政大学**

— 脱ハウツー!!! 本質を見極め、解決策を提案できる人材を目指して! —

テーマ：マネジメント論

テーマ I：「21 世紀の成長企業」

元法政大学 総長・理事長 清成 忠男

日 時：平成 25 年 11 月 28 日(木) 19:00 ~ 21:00

参加者：24 名

**⑧第 8 回次世代人材育成プログラム：室蘭工業大学，他**

— 脱ハウツー!!! 本質を見極め、解決策を提案できる人材を目指して! —

テーマ：総括

「グループ発表」および審査，表彰

室蘭工業大学で参加：永松教授，中島研究員

学外からの参加：岡本教授，小林代表

**【情報交換会】**

日 時：平成 25 年 12 月 5 日(木) 19:00 ~ 22:30

参加者：28 名

主 催：西胆振産学官ネットワーク構成

室蘭工業大学 地域共同研究開発センター，北海道中小企業同友会 西胆振支部

(公財)室蘭テクノセンター

法政大学 地域研究センター

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

## (6) 第2回西いぶり圏域・再生可能エネルギー講演会

テーマ：再生可能エネルギー先進地等における導入事例と西いぶり地域の可能性

テーマⅠ：「地熱エネルギーとは？」

くらし環境系領域 助教 河内 邦夫

テーマⅡ：「室蘭工業大学で行っている環境やエネルギーなどに関する研究例」

地域共同研究開発センター 准教授 古屋 温美

テーマⅢ：「富山県宇奈月温泉で描いた低炭素社会への夢

～ 地域エネルギーの活用と街づくりの事例 ～

富山国際大学 現代社会学部 教授 上坂 博亨

主催：登別市

西いぶり定住自立圏形成推進協議会環境ワーキンググループ再生可能エネルギー分科会

後援：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター

日時：平成26年1月30日(木) 13:30～

場所：登別市婦人センター(登別市)

参加者：126名

## (7) 第6回道内電気計装エンジニアリング研修会

### 【講演】

先端技術紹介(10:30～12:00)

テーマⅠ：周期入力制御とその応用について

もの創造系領域 准教授 梶原 秀一

最近技術動向(14:15～17:15)

テーマⅡ：フィールドデジタル(フィールド無線)ご紹介

もの創造系領域 准教授 梶原 秀一

### 【討議】

日常的な技術課題(13:00～14:00)

テーマⅠ：計装機器の延命化事例と延命化対策の課題

テーマⅡ：工場・現場の改善事例(省エネ・コスト削減)

日時：平成25年8月22日(木) 10:25～17:20

場所：ニッテツ北海道制御システム(株)(nSC)(室蘭市)

参加者：28名

## (8) 第7回北海道CAE利用技術研究会

テーマⅠ：効率的CAEのための有限要素解析用メッシュの編集技術

北海道大学 大学院 情報科学研究科 システム情報科学専攻

システム創成情報学講座 システム情報設計学研究室 准教授 伊達 宏昭

テーマⅡ：ダイナミックダンパーによる振動低減技術の開発

～ CAEシミュレーションと実証試験による振動低減効果の確認 ～

(地独)北海道立総合研究機構 工業試験場 製品技術部 主査 中西 洋介

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25年9月25日(水) 15:00～17:15

場所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 産学官交流室

参加者：45名

## (9) 北のものづくり研修会(11回)

全11回の講師：機械設計コンサルタント 北海道機械工業会 技術アドバイザー

吉田 賢一

①第1回北のものづくり研修会 ～ 機械設計技術のスキルアップ ～

テーマ：設計の基本

日 時：平成25年7月25日(木) 17:45～ 19:45

参加者：25名

**②第2回北のものづくり研修会 ～ 機械設計技術のスキルアップ ～**

テーマ：軸，軸受け，ネジ

日 時：平成25年8月8日(木) 17:45～ 19:45

参加者：32名

**③第3回北のものづくり研修会 ～ 機械設計技術のスキルアップ ～**

テーマ：歯車

日 時：平成25年8月22日(木) 17:45～ 19:45

参加者：32名

**④第4回北のものづくり研修会 ～ 機械設計技術のスキルアップ ～**

テーマ：カムとカム曲線

日 時：平成25年9月5日(木) 17:45～ 19:45

参加者：26名

**⑤第5回北のものづくり研修会 ～ 機械設計技術のスキルアップ ～**

テーマ：油圧

日 時：平成25年9月19日(木) 17:45～ 19:45

参加者：25名

**⑥第6回北のものづくり研修会 ～ 機械設計技術のスキルアップ ～**

テーマ：自動化技術

日 時：平成25年10月4日(金) 17:45～ 19:45

参加者：24名

**⑦第7回北のものづくり研修会**

テーマ：上級設計をめざして／設計トラブルの実例考察

日 時：平成25年10月18日(金) 17:45～ 19:45

参加者：23名

**⑧第8回北のものづくり研修会**

テーマ：工作機械設計の基本

日 時：平成25年11月1日(金) 17:45～ 19:45

参加者：25名

**⑨第9回北のものづくり研修会**

テーマ：設計データの解説(その1)

日 時：平成25年11月14日(木) 17:45～ 19:45

参加者：23名

**⑩第10回北のものづくり研修会**

テーマ：設計データの解説(その2)

日 時：平成25年11月22日(金) 17:45～ 19:45

参加者：24名

**⑪第11回北のものづくり研修会**

テーマ：設計データの解説(その3)，まとめ

日 時：平成25年11月29日(金) 17:45～ 19:45

参加者：25名

主催：北のものづくり総合技術交流会，(公財)室蘭テクノセンター  
場所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 産学官交流室

#### (10) 中小規模材料加工実践技術経営研究会・JZK への参加(3回)

①第21回中小規模材料加工実践技術経営研究会 2013年度総会・JZK-21「共歩の報奨」

日時：平成25年4月19日(金) 13:00～20:00

場所：NASIC-セミナーホール(青山オーバルビル15F)(東京都)

参加者：54名

②第22回中小規模材料加工実践技術経営研究会・JZK-22「明日を拓く現場ものづくり技術-5」

日時：平成25年8月7日(水) 13:00～20:00

場所：上板塑性(株)(埼玉県)

参加者：49名

③Colloquium 2014「技術科学と生産技術の交流-5」・JZK-24

日時：平成26年2月3日(月) 13:00～20:00

場所：NASIC-セミナーホール(青山オーバルビル15F)(東京都)

講師：もの創造系領域 准教授 境 昌宏，くらし環境系領域 准教授 山中 真也  
町田 輝史(JZK, 本学顧問)(本学関係分)

参加者：45名

#### (11) 第6回北海道地区高専テクノ・イノベーションフォーラム

基調講演：『地域イノベーションに向けての産学連携と人材育成』

弘前大学 学長特別補佐 井口 泰孝

専門別分科会

各専門別分科会におけるポイントの発表

情報交換交流会：KKR ホテル札幌 5階『丹頂』

主催：4高専，(独)国立高専機構

日時：平成26年3月3日(月) 14:30～17:00

場所：札幌コンベンションセンター(札幌市)

参加者：100名

### 3. 研究推進(5件)

#### (1) 平成26年度共同研究プロジェクト(公募，審査)(7件)

①使用済み核燃料輸送・貯蔵容器に使用される鋳鉄材料の開発

もの創造系領域 教授 清水 一道

日時：平成26年2月21日(金) 13:30～14:00

②有珠山の噴火予知と地熱エネルギー開発に関する実践的研究：CSAMT法電磁探査による有珠山深部の地殻構造探査

くらし環境系領域 准教授 後藤 芳彦

日時：平成26年2月21日(金) 14:00～14:30

③環境負荷を低減する汎用型高炉セメントの創生ーコンクリートの強度発現性と耐久性の評価ー

くらし環境系領域 教授 濱 幸雄

日時：平成26年2月21日(金) 14:30～15:00

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

くらし環境系領域 准教授 小室 雅人

日時：平成26年2月21日(金) 15:00～15:30

⑤無人航空機搭載用可変指向アンテナの研究

もの創造系領域 教授 上羽 正純

日 時：平成26年2月21日(金) 15:30～16:00

⑥有機繊維シートを用いた既設鋼構造物の補修・補強工法の開発に関する実験的研究

くらし環境系領域 講師 栗橋 祐介

日 時：平成26年2月21日(金) 16:00～16:30

⑦航空機ジェットエンジン耐酸化コーティング手法としてのアルミニウム・ニッケル複合めっきの開発

もの創造系領域 准教授 佐伯 功

日 時：平成26年2月26日(水) 16:00～16:30

場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 会議室

(2)平成25年度プレ共同研究(公募、審査)(7件)

①海洋環境での利用を目的とした耐食鋳鉄の開発と性能評価

もの創造系領域 講師 長船 康裕

日 時：平成25年8月21日(水) 14:00～14:20

②潮流発電機用のプロペラ構造に関する研究

もの創造系領域 教授 清水 一道

日 時：平成25年8月21日(水) 14:20～14:40

③大型ボールミル用耐摩耗鋳鉄の研究開発

もの創造系領域 教授 清水 一道

日 時：平成25年8月21日(水) 14:40～15:00

④ヘリコプター搭載型高分解能レーザースキャナーを用いた火山防災データ収集に関する研究

くらし環境系領域 准教授 後藤 芳彦

日 時：平成25年10月3日(木) 15:30～16:00

⑤小水力発電における効率的な水車構造の研究

くらし環境系領域 教授 中津川 誠

日 時：平成25年10月3日(木) 16:00～16:40

⑥廃棄物を原料とする温度調節機能を有する環境調和材料の創生

くらし環境系領域 特任教授 田畑 昌祥

日 時：平成25年10月8日(火) 10:30～11:00

⑦口蹄疫ウイルスに有効な着色ゼオライトの開発研究

くらし環境系領域 教授 中野 博人

日 時：平成25年10月8日(火) 11:00～11:30

場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 会議室

(3)新日鐵住金(株) 棒線事業部 室蘭製鐵所等との技術交流会(11回)

日 時：平成25年4月22日(月) 13:30～, 日 時：平成25年5月21日(火) 13:00～

日 時：平成25年6月27日(木) 13:00～, 日 時：平成25年7月30日(火) 13:15～

日 時：平成25年10月3日(木) 13:15～, 日 時：平成25年11月1日(金) 13:30～

日 時：平成25年12月6日(金) 10:00～, 日 時：平成25年12月25日(水) 13:00～

日 時：平成26年1月29日(水) 13:00～, 日 時：平成26年2月4日(火) 13:15～

日 時：平成26年3月20日(木) 14:00～

場 所：新日鐵住金(株) 棒線事業部 室蘭製鐵所 会議室(室蘭市)  
教育・研究1号館A棟A211室, ものづくり基盤センター 実験室

#### (4)新酸素化学(株)との共同研究に関する打合せ

日 時：平成25年9月2日(月) 14:00～平成24年度 共同研究成果報告会  
場 所：新日鐵住金(株) 棒線事業部 室蘭製鐵所 会議室(室蘭市)

#### (5)技術相談(47回)

#### 4. 会議・連絡会・情報交換会(8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(2件)

###### ①会議

日 時：平成25年6月24日(月) 15:30～17:30  
参加者：10名

日 時：平成26年3月5日(水) 15:30～17:30  
参加者：10名

場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 会議室

##### (2)苫小牧地域産学官連携実行委員会等(3回)

###### ①実行委員会

日 時：平成25年6月5日(水) 14:30～17:00  
場 所：苫小牧経済センター 6F 大ホール(苫小牧市)  
参加者：16名

###### ②定期総会および情報交換会

日 時：平成25年6月11日(火) 16:30～17:00  
場 所：苫小牧経済センター 6F 大ホール(苫小牧市), 苫小牧ビール園(苫小牧市)  
参加者：22名

###### ③北海道中小企業家同友会苫小牧支部との懇談会

日 時：平成25年12月4日(水) 13:00～17:00  
場 所：北海道中小企業家同友会 苫小牧支部(苫小牧市)  
関係機関：8企業等との懇談会  
参加者：16名

##### (3)北海道医療福祉産業研究会定例会議(4回)

###### ①会議(3回)

日 時：平成25年9月3日(火) 10:30～12:00  
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

日 時：平成25年9月18日(水) 13:30～15:00  
場 所：(地独)北海道立総合研究機構 工業試験場(札幌市)  
参加者：10名(幹事会)

日 時：平成26年3月24日(月) 15:00～17:00  
場 所：アスペンホテル(札幌市)  
参加者：12名

###### ②会議および講演

日 時：平成25年12月3日(火) 13:30～17:00  
場 所：かでの27(札幌市)  
参加者：30名

##### (4)コーディネーター会議(6回)

日 時：1回/2ヶ月 15:00 ～ 16:00

場 所：(公財)室蘭テクノセンターおよび地域共同研究開発センター 会議室

#### (5)地域コア運営委員会等(3回)

##### ①会議(2回)

日 時：平成25年10月16日(水) 13:00 ～ 15:00

参加者：10名

日 時：平成25年12月24日(火) 16:00 ～ 18:00

参加者：12名

場 所：事務局 会議室

##### ②スーパー連携大学院室蘭フォーラム

【主催者挨拶】

学長 佐藤 一彦

【講演】

テーマⅠ：スーパー連携大学院の活動状況について

電気通信大学 スーパー連携大学院推進室 統括コーディネーター 宇梶 純良

テーマⅡ：室蘭工業大学の大学院改組と方向性

理事(学術担当)・副学長 空閑 良壽

【基調講演】

テーマⅠ：産学連携への期待と提言

新日鐵住金(株) 棒線事業部 室蘭製鐵所 製品技術部長 吉村 康嗣

テーマⅡ：本学・医大・民間との共同研究について

前半担当 しくみ情報系領域 教授 福田 永

後半担当 大学院創成機能工学専攻2年(社会人DC) 小川 健吾

(ファインクリスタル(株))

主 催：室蘭工業大学

日 時：平成26年3月17日(月) 16:00～

場 所：中嶋神社 蓬峯殿(室蘭市)

参加者：89名

#### (6)HiNT 連絡会等(12件)

##### ①会議(9回)

日 時：平成25年 5月 2日(木)15:30 ～ 20:30, 日 時：平成25年 5月29日(水)15:30 ～ 17:00

日 時：平成25年 7月25日(木)16:00 ～ 18:30, 日 時：平成25年 9月25日(水)15:30 ～ 18:00

日 時：平成25年11月26日(火)15:30 ～ 18:00, 日 時：平成25年12月17日(火)15:30 ～ 18:00

日 時：平成26年 2月25日(火)15:30 ～ 18:00, 日 時：平成26年 3月19日(水)15:30 ～ 18:00

日 時：平成26年 3月26日(水)15:30 ～ 18:00

場 所：R&Bパーク札幌大通サテライト(札幌市)

各回参加者：約18名

##### ②会議およびセミナー(2回)

テーマ：「道産多孔質資源の利活用と高機能化製品の開発」

(地独)北海道立総合研究機構 工業試験場 材料技術部

高分子・セラミックス材料グループ 主査 野村 隆文

日 時：平成25年6月26日(水) 15:30 ～ 18:00

場 所：R&Bパーク札幌大通サテライト(札幌市)

参加者：23名

テーマ：多糖類を活用した生分解性を有する吸水性マテリアルの開発とその応用例

日 時：平成25年10月23日(水) 15:30 ~ 18:00  
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北海道産学官プラットフォーム**

日 時：平成26年3月10日(月) 13:00 ~ 17:00(会議), 11日(火) 8:30 ~ 13:00(見学会)  
場 所：ホテル黒部雲海(北見市)  
参加者：34名

主 催：HiNT連絡会およびHiNT運営協議会

**(7)産学交流プラザ「創造」企業見学会およびシーズ紹介(9回)**

**①企業訪問, 事業紹介(4回)**

日 時：平成25年4月23日(火) 15:30~17:00  
場 所：栗林機工(株)(見学企業)(室蘭市)  
参加者：32名

日 時：平成25年6月25日(火) 15:00 ~ 17:00  
場 所：(株)阿部産業(見学企業)(伊達市)  
参加者：29名

日 時：平成25年8月27日(火) 16:00 ~ 17:00  
場 所：道南清掃(株)(見学企業)(登別市)  
参加者：18名

日 時：平成26年3月18日(火) 17:00 ~ 18:00  
場 所：(株)アイスジャパン(室蘭市)  
参加者：24名

**②シーズ紹介(4回)**

**第1回シーズ紹介 室蘭工業大学 大平教授**

日 時：平成25年7月29日(月) 16:00 ~ 17:00  
参加者：29名

**第2回シーズ紹介 北海道大学 竹本教授**

日 時：平成25年9月24日(火) 16:00 ~ 17:00  
参加者：30名

**第3回シーズ紹介 室蘭工業大学 長谷川靖教授**

日 時：平成25年11月26日(火) 15:00 ~ 17:00  
参加者：25名

**第4回シーズ紹介 室蘭工業大学 古屋准教授**

日 時：平成26年2月25日(火) 17:00 ~ 18:00  
参加者：35名

場 所：居酒屋 かめや(室蘭市)

**③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(千歳・恵庭方面)」**

日 時：平成25年10月1日(火) 9:00 ~ 2日(水) 16:00  
場 所：フットニクサイエンステクノロジー(株), 東洋製罐(株) 千歳工場, キリンビール(株) 千歳工場(以上 千歳市), (株)ワールド山内(北広島市), 合同容器(株)(恵庭市)  
参加者：25名

その他：役員会, 総会, 親睦会, 情報交換会

主 催：産学交流プラザ「創造」, 室蘭地域環境産業推進コア, (公財)室蘭テクノセンター

**(8) 蘭参会 (4 回)**

**① 名刺交換会 (4回)**

日 時：平成25年5月21日(火) 18:30 ～ 20:30

参加者：66 名

日 時：平成25年8月20日(火) 18:30 ～ 20:30

参加者：75 名

日 時：平成25年11月12日(火) 18:30 ～ 20:30

参加者：75 名

日 時：平成26年2月4日(火) 18:30 ～ 20:30

参加者：81 名

場 所：中嶋神社 蓬峽殿(室蘭市)

**5. 報告会, 説明会, 展示会および見学会 (3 件)**

**(1) 第 40 回技術士全国大会 (札幌)**

日 時：平成25年10月3日(木) ～ 10月6日(日)

場 所：ロイトン札幌(札幌市) 他

参加者：350 名

**(2) 新技術説明会 (2 件)**

**① 北海道地域 5 大学 3 高専 1 公設試 大学連携新技術説明会(関係分)**

テーマ：廃棄ホタテ貝殻紛体を乳化剤に用いたエマルションの紫外線遮蔽効果

くらし環境系領域 准教授 山中 真也

主 催：北海道大学 産学連携本部 TLO 部門(承認 TLO), (独)科学技術振興機構

共 催：室蘭工業大学, 北見工業大学, 帯広畜産大学, 小樽商科大学, 函館工業高等専門学校

苫小牧工業高等専門学校, 旭川工業高等専門学校, (地独)北海道立総合研究機構

後 援：(独)中小企業基盤整備機構, 全国イノベーション推進機関ネットワーク

日 時：平成25年11月28日(木) 10:00～16:40, 29日(金) 10:30～15:20

場 所：JST 東京本部別館ホール(東京都)

参加者：25 名

**② 北海道の食と省エネを中心とした新技術説明会(関係分)**

テーマ：「動物性タンパク質を用いた機能性樹脂の開発」

もの創造系領域 教授 平井 伸治

主 催：北海道大学産学連携本部 TLO 部門(承認 TLO), (独)科学技術振興機構

共 催：室蘭工業大学, 北見工業大学, 釧路工業高等専門学校, 旭川工業高等専門学校

(地独)北海道立総合研究機構

後 援：(独)中小企業基盤整備機構, 全国イノベーション推進機関ネットワーク

日 時：平成26年1月31日(金) 9:50～17:00

場 所：北海道大学 創成科学研究棟 5 階(札幌市)

参加者：30 名

**(3) 展示会および見学会 (8 件)**

**① 北洋銀行ものづくりテクノフェア 2013【パネル展示】(関係分)**

「耐摩耗性・高靱性・溶接性を備えた建設機械用アタッチメント材料の開発」

もの創造系領域 教授 清水 一道

「有機金属錯体を用いた圧力インジケータの開発」

もの創造系領域 准教授 武田 圭生

「先進 SiC/SiC 複合材による環境・エネルギーシステムの開発」

環境・エネルギーシステム材料研究機構 (OASIS)

「フレームが振動しないスピーカーシステム実演」

もの創造系領域 教授 鏡 慎

「ボルト締結鋼版における衝撃破断基準の検討」

もの創造系領域 教授 藤木 裕行

「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 他

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25年7月24日(水) 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 4000 名 参加企業：186 社

### ②イノベーション・ジャパン(～大学見本市&ビジネスマッチング～)(パネル展示)

「環境・エネルギー用先進 SiC/SiC 複合材料の研究開発と工業化研究」

環境・エネルギーシステム材料研究機構 機構長

もの創造系領域 特任教授 香山 晃

日時：平成25年8月29日(木) 9:30～17:30，30日(金) 10:00～17:00

場所：東京ビックサイト 東京国際展示場(東京都)

参加者：11,279 名，9,731 名

### ③ビジネス EXPO「第 27 回北海道 技術・ビジネス交流会」(パネル展示)

「大気圧プラズマジェットによる脱臭，殺菌・消毒，植物発育促進技術開発」

もの創造系領域 教授 佐藤 孝紀

「硫化水素吸着材の開発」

くらし環境系領域 助教 神田 康晴

「微生物による汚染物質の分解と有効副産物の生産」

くらし環境系領域 教授 チャンヨン Chol

「食品や天然物質中における生物活性化合物の微量スクリーニング技術」

くらし環境系領域 准教授 徳楽 清孝

くらし環境系領域 准教授 上井 幸司

「センターシーズ集に関する広報」

### 【シーズ・ニースマッチングフェア】

「大気圧プラズマジェットによる脱臭，殺菌・消毒，植物発育促進技術開発」(20 分)

地域共同研究開発センター 特任教授 鴨田 秀一

「環境・エネルギー用先進 SiC/SiC 複合材料の研究開発と工業化研究」(20 分)

環境・エネルギーシステム研究機構 学術研究員 神田 千智

「硫化水素吸着材の開発」(20 分)

くらし環境系領域 助教 神田 康晴

「微生物による汚染物質の分解と有効副産物の生産」(20分)

「食品や天然物質中における生物活性化合物の微量スクリーニング技術」(20分)

地域共同研究開発センター 准教授 古屋 温美

主催：北海道 技術・ビジネス交流会 実行委員会

日時：平成25年11月7日(木) 10:00～17:30, 8日(金) 9:30～17:00

場所：アクセスサッポロ, 小展示場, 研修室A(札幌市)

参加者：9,931名(木), 9,089名(金)

#### ④第3回エコ・リサイクル型ものづくりシンポジウム(パネル展示)

テーマ：環境教育とものづくり- 実践教育と産学官民連携のあり方-

基調講演：産学官民連携によって生まれる環境・ものづくり教育

室蘭市長 青山 剛

テーマⅠ：「カーボンフットプリントでCO<sub>2</sub>排出量を見える化」

しくみ環境系領域 教授 永野 宏治

テーマⅡ：「ものづくりでの環境評価～壊して測る」

くらし環境系領域 准教授 吉田 英樹

テーマⅢ：「シッパーサイクルを通してのグローバル型環境教育の試み」

ものづくり基盤センター センター長 もの創造系領域 教授 清水 一道

主催：室蘭工業大学

後援：室蘭市, 室蘭市教育委員会, (公財)室蘭テクノセンター, 北海道新聞 室蘭支社  
室蘭民報社

日時：平成25年12月21日(土) 13:00～17:00

場所：中嶋神社 蓬岫殿(室蘭市)

参加者：126名

#### ⑤札幌モーターショー2014(展示会出展助成事業)

主催：札幌モーターショー2014 実行委員会(北海道経済産業局北海道運輸局 北海道開発局, 中小企業基盤整備機構, 北海道本部, 北海道, 札幌市, 北海道経済連合会 北海道商工会議所連合会, 札幌商工会議所, 札幌ドーム, 日本自動車販売協会連合会 札幌支部, 札幌地区軽自動車協会, 二輪ゾーン組織委員会, 北海道自動車産業集積 促進協議会, 北海道新聞社, 道新スポーツ, 北海道文化放送, エフエム北海道)(順不同)

申請教員：もの創造系領域 講師 廣田 光智

日時：平成26年2月14日(金)10:00～18:00, 15日(土) 9:00～18:00, 16日(日) 9:00～17:00

場所：札幌ドーム(札幌市)

参加者：22,409名(1日目), 42,836名(2日目), 50,019名(3日目)

#### ⑥道央技術交流会および視察見学会

内容：室工大の産学官連携活動と社会貢献 説明&OASIS, FEEMA紹介および視察見学会

産学官連携活動紹介：地域共同研究開発センター長 特任教授 鴨田 秀一

後援：公益財団法人道央産業振興財団

日時：平成26年2月20日(木) 11:00～12:00

場所：教育・研究7号館 Y棟 Y202

参加者：24名

#### ⑦室工大の産学官連携活動と社会貢献説明&OASIS, FEEMA 紹介および視察見学会

テーマ：室工大の知力(ちりょく)と日本製鋼所のものづくり力に学びましょう!

産学官連携活動紹介：地域共同研究開発センター 准教授 古屋 温美

後援：一般社団法人北海道中小企業家同友会 苫小牧支部

日時：平成26年3月19日(水) 16:00～17:30

場所：教育・研究7号館 Y棟 Y202

参加者：18名

## ⑧室蘭市の低炭素社会実現に向けた合同シンポジウム

### 【第一部】

低炭素社会実現に向けた技術等の紹介ブース(パネル展示)

主催者挨拶

室蘭市長 青山 剛

平成 25 年度環境省「住民参加型低炭素都市形成モデル事業

(室蘭グリーンエネルギータウン構想策定)」シンポジウム

基調講演

トヨタ自動車(株) 丸山 博邦

テーマⅠ：「室蘭グリーンエネルギータウン構想策定」事業 中間報告

室蘭地域環境・エネルギーフロンティア座長 理事(連携担当)・副学長 加賀屋誠一

テーマⅡ：「低炭素社会実現に向けた展望」～水素モビリティを軸に～

コーディネーター 理事(連携担当)・副学長 加賀屋誠一  
登壇者

室蘭市長 青山 剛

トヨタ自動車(株) 丸山 博邦

新日鐵住金(株) 林 浩明

NPO 室蘭地域再生工場 藤当 満

低炭素社会実現に向けた技術等の紹介ブース(パネル展示)

### 【第二部】

地域環境・エネルギーフロンティアフォーラム

来賓挨拶

胆振総合振興局長 田邊 隆久

パネルディスカッション

「室蘭地域における低炭素社会構築に向けた取り組み」

コーディネーター(NPO 法人室蘭地域再生工場) 藤当 満

アイスシェルダーについて(佐々木フォーラム代表) 村上 貴仁

低炭素社会型エネルギー供給システムについて((株)日本製鋼所 研究開発本部) 伊藤 秀明

再生可能エネルギーと地熱発電について(室蘭工業大学 教授) 香山 晃

主 催：NPO 室蘭地域再生工場

日 時：平成26年3月23日(日) 12:00～17:00

場 所：中嶋神社 蓬峯殿(室蘭市)

参加者：100 名

## 6. 広報(2 件)

### (1) 定期刊行物(平成 26 年 3 月)(3 件)

①研究報告 No.24

②センターニュース No.26

③ニュースレター No.101

### (2) 学内講義棟での展示(1 件)

①教員の研究シーズパネル展示(16 テーマ/2 ヶ月)6 回

**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)

T E L (0143)46-5860

F A X (0143)46-5879