



室蘭工業大学

学術資源アーカイブ

Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive



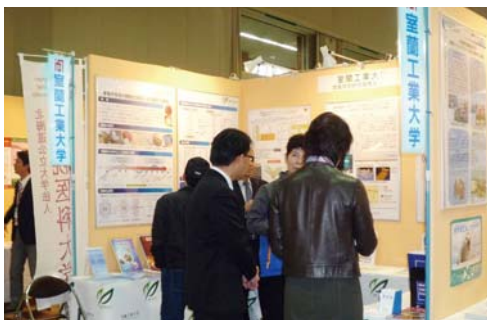
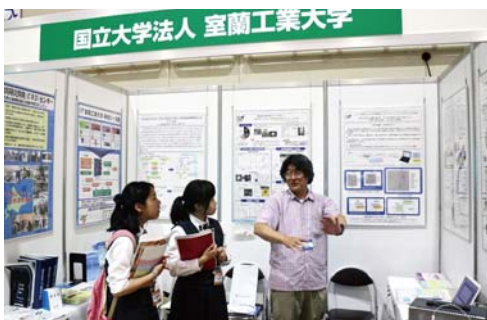
室蘭工業大学地域共同研究開発センター研究報告
No. 27 全1冊

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: 2019-03-13 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	http://hdl.handle.net/10258/00009770

室蘭工業大学

地域共同研究開発センター 研究報告

No. 27



Feb. 2017



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

— 目 次 —

【平成 27 年度 共同研究プロジェクト成果】

- (1) 高効率バイオコークスの加炭材としての適応方法の研究開発・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
木口 昭二, 清水 一道, 楠本 賢太
- (2) 音響計測によるコンクリート壁面高速診断システムの開発・・・・・・・・・・・・・・・・ 5
田中 秀典, 小針 憲司, 板倉 賢一, 畑山 喬紀
- (3) SiC/SiC ターゲット用新製造プロセスの検討・・・・・・・・・・・・・・・・ 10
朴 峻秀, 香山 晃, 岸本 弘立, 中里 直史, 神田 千智, 早坂 大輔, 青木 正治, 牧村 俊介, 的場 史朗
- (4) Ni-AlN 複合電析による Ni-Al 金属間化合物の作成・・・・・・・・・・・・・・・・ 15
樽井 洗亮, 佐伯 功, 吉岡 隆幸, 成田 敏夫
- (5) 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・・・・・・・・ 19
川瀬 良司, 小室 雅人, 栗橋 祐介, 岸 徳光
- (6) AFRP 板水中接着工法による構造部材の耐力向上効果に及ぼす水中接着樹脂の影響・・ 25
三上 浩, 栗橋 祐介, 小室 雅人
- (7) リチウムイオン内包フラーレン誘導体の生物活性に関する研究・・・・・・・・ 31
中野 博人, 笠間 泰彦, 権 垠相

【平成 27 年度 プレ共同研究成果】

- (1) タンパク質・ペプチドの定量分析法の開発・・・・・・・・・・・・・・・・ 35
庭山 聡美, 黒野 定
- (2) BIM による地域ソーシャルデータの空間的可視化・管理システムの開発・・・・・・・・ 39
浅田 拓海, 山本 岳
- (3) ダイカスト鋳造用金型の長寿命化に関する研究・・・・・・・・・・・・・・・・ 45
長船 康裕, 北原 総一郎
- (4) 中詰め二重管方式による回転貫入鋼管杭の水平抵抗機構に関する研究・・・・・・・・ 48
永井 宏, 池田 篤則

【第 27 回フロンティア技術検討会】

総合テーマ：「水素社会と技術革新」・・・・・・・・・・・・・・・・ 53

【平成 27 年度 共同研究等事業実績】

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

【平成 27 年度 事業活動】

研究の活性化, 共同研究の推進, 外部資金獲得等・・・・・・・・・・・・・・・・ 59

【表紙写真】

左上：HiNT 連絡会・セミナー(H27. 5. 27) (68 頁)

左中：北洋銀行ものづくりテクノフェア(H27. 7. 23) (72 頁)

左下：ビジネス EXPO(H27. 11. 5) (72 頁)

右上：第 4 回 MOT 実践講座(H27. 7. 23) (65 頁)

右中：第 1 回 CRD セミナー(H27. 10. 31) (66 頁)

右下：高度技術研修(H28. 1. 13) (67 頁)

【平成 27 年度 共同研究プロジェクト成果】

高効率バイオコークスの加炭材としての適応方法の研究開発

清水 一道^{*1}, 木口 昭二^{*2}, 楠本 賢太^{*1}

1 はじめに

鑄鉄鑄物の生産には、誘導溶解炉（電気炉）やキューボラが用いられており、その際、溶解副資材として石炭コークス、加炭材等の化石燃料が使用されている。我が国は、化石燃料の多くを海外からの輸入に頼っており、エネルギー安全供給の面において多くの課題を抱えている。これらの資源を輸入に頼らず、国内で資源を生み出していくには化石燃料と代替可能なバイオマスを起源とする固形燃料を創出する必要がある^{1,3)}。

このような状況を鑑み、バイオマスをを用いた固形化技術の開発が急進的に行われており、高密度-高硬度固形燃料（以後、バイオコークスと称する）の研究開発が進められている^{4,5)}。

誘導溶解炉はバッチ式であり、多品種少量生産に向いており、多くの鑄物工場に導入されている設備の1つである。誘導溶解炉では、材料の炭素(C)量を上げるために電極黒鉛等に使用される加炭材が用いられている。加炭材は、石油系の結晶質であるため高価であり、鑄造における経済的かつ環境保全の観点から大きな問題となっている。その削減には、化石燃料に依らない開発が必要不可欠である。バイオコークスは、製造時に分子空間及び形状を制御できることから、優れた機能性を付与できると考えられる。

そのことを踏まえ、本研究では高周波誘導溶解炉を用い、鑄鉄を製造する際にバイオコークス添加することで、鑄鉄に加炭効果が得られるか検証するとともに、バイオコークスを用いた鑄鉄(FC250, FCD450)の機械的性質及び組織を観察することで、バイオコークスが溶湯に与える影響を調査することを目的とする。

2 実験方法

バイオコークス(BC)は、ヒノキ及び茶葉滓を原料とした2種類とした。使用したBCの総熱量と化学組成を表1に示す。特に加炭材としての特性値は、総発熱量約20MJ/kgで炭素量(C)が約50mass%である。

片状黒鉛鑄鉄(FC250相当)及び球状黒鉛鑄鉄(FCD450相当)の製造を行った。それぞれの元湯の目標組成を表2に示す。鑄造には、鉄スクラップ、銑鉄及びFe-75mass%Si合金を用いて成分調整を行った。また、使用した溶解原材料の化学組成を表3に示す。

各BCのC量は、約50mass%であるが、昇温途中でBC中の既発性炭素が燃焼するため、BCの固定炭素量を約25mass%と仮定して実験を行った。溶解重量40kgになるように鉄スクラップを約16kg、銑鉄を約21kg及びFe-75mass%Si合金を約0.5~0.7kg、BCを2~2.5kgとし、高周波誘導溶解炉にて溶解後、押湯部と実体部からなるYブロック形状の砂型に鑄造した。

製造した各種鑄鉄を引張試験片形状に加工し、引張試験を行った。また、BCを利用した鑄鉄の組織観察及び硬度を行った。

表1 バイオコークスの総発熱量及び化学組成

	C	Si	Mn	P	S	水分	総発熱量
	mass%						MJ/kg
ヒノキBC	50.23	21.69	0.54	0.72	0.05	2.56	19.73
茶葉滓BC	51.96	4.28	1.90	8.03	0.34	2.29	21.60

表2 溶湯の目標組成 (mass%)

	C	Si	Mn	P	S
FC250相当	3.20	2.00	0.50	≤0.04	≤0.04
FCD450相当	3.60	2.40	0.30	≤0.03	≤0.02

表3 溶解原材料の化学組成 (mass%)

	C	Si	Mn	P	S	Fe
鉄スクラップ	0.08	0.05	0.50	0.003	0.003	Bal.
銑鉄	3.81	0.98	0.14	0.019	0.009	Bal.
Fe-75mass%Si合金	-	75.0	-	-	-	Bal.

*1: もの創造系領域 機械工学ユニット

*2: 近畿大学 理工学部 機械工学科

3 実験結果及び考察

3.1 片状黒鉛鑄鉄への適用試験

目標C量が3.2%になるよう原材料の配合計算を行った。ここで、原材料に銑鉄を配合し、BCを添加する前のC量は2.0%になるよう配合計算を行った。バイオコークスの装入位置は、炉の中心部分とした。溶解開始前の溶解原材及びバイオコークスの装入位置を図1に示す。溶解開始直後から、白煙が上がり、溶解開始15分後には、BCが発火し火炎が上がった。しかし、溶解に問題は見られず、最終的に原材料が全て溶解した。溶解時の様子を図2に示す。その後、成分分析用試料を採取し、成分分析を行った。その結果を表4に示す。ヒノキBCの溶湯ではC量が2.54%、茶葉滓BCの溶湯ではC量が2.80%となり、目標組成のC量である3.2%には至らなかった。しかし、原材料で調整したC量の2.0%と比較し、0.5~0.8%の加炭効果が見られた。

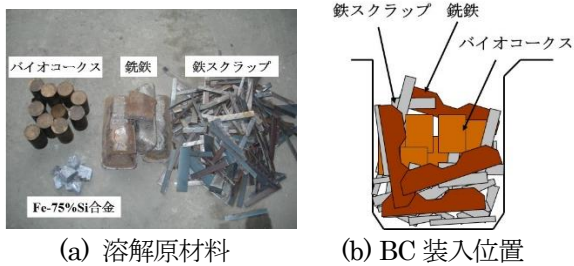


図1 溶解原材料及びバイオコークス装入位置



図2 溶解時の様子

表4 FC250相当の目標組成と溶湯組成 (mass%)

	C	Si	Mn	P	S
目標組成	3.20	2.00	0.50	≤0.04	≤0.04
溶湯組成 (ヒノキBC)	2.54	1.58	0.36	0.024	0.031
溶湯組成 (茶葉滓BC)	2.80	1.99	0.33	0.039	0.036

3.2 球状黒鉛鑄鉄への適用試験

目標C量が3.6%になるよう原材料の配合計算を行った。前節と同様に、原材料に銑鉄を配合し、BCを添加する前のC量は2.0%になるよう配合計算を行った。バイオコークスの装入位置は、炉の中心部分とした。溶解開始前の溶解原材を図3に示す。溶解開始直後から、白煙が上がり、BCが発火し火炎が上がった。しかし、溶解に問題は見られず、BCの発熱量が起因して火炎が上がるものと考えられる。この現象は溶湯組成に関わらず起こる。最終的に原材料が全て溶解した。溶解時の様子を図4に示す。溶解後、球状化剤を使用し、球状化処理を行った。溶湯の成分分析結果を表5に示す。ヒノキBCの溶湯ではC量が2.85%、茶葉滓BCの溶湯ではC量が3.08%となり、目標組成のC量である3.6%には至らなかったが、原材料で調整したC量の2.0%と比較すると、ヒノキBCでは0.85%、茶葉滓BCでは1.08%の加炭効果が見られた。しかし、茶葉滓BCはヒノキBCに比べ、加炭効果はあるが、リン(P)の含有量が高い。



図3 溶解減容



図4 溶解時の様子

表4 FCD450相当の目標組成と溶湯組成 (mass%)

	C	Si	Mn	P	S
目標組成	3.60	2.40	0.30	≤0.03	≤0.02
溶湯組成 (ヒノキBC)	2.85	2.47	0.33	0.024	0.005
溶湯組成 (茶葉滓BC)	3.08	2.41	0.35	0.048	0.009

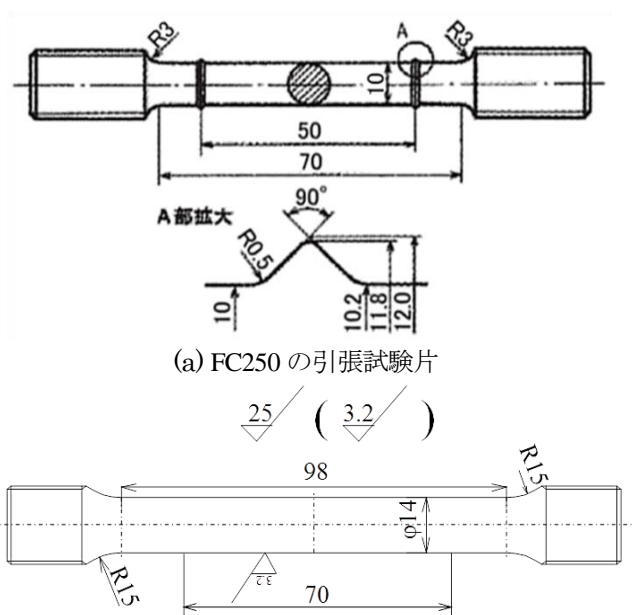
バイオコークスを添加する前の溶湯の炭素量を2.0%とし、各種バイオコークスを加炭材として用いた場合、FC250及びFCD450のC.E.値及び歩留を表5に示す。C.E.値を2.0以上の溶湯にBCを加炭材として利用した場合、その歩留は約25%～31%であり、加炭効果は認められるが効果は低い。これは、固定炭素量及び歩留が市販の加炭材(固定炭素量：99%、歩留まり：90%)よりも低いためである。加炭材の全量をバイオコークスに変えることは難しい結果となったが、加炭材の一部をバイオコークスに代替することは可能であることが示唆された。

表6 CE値と歩留まりの比較

	初期CE値	FC250相当 溶湯のC.E.値	FCD450相当 溶湯のC.E.値	歩留
ヒノキBC	2.7	3.1	3.7	25%
茶葉滓BC	2.7	3.5	3.9	31%



図5 製造したYブロック



(a) FC250の引張試験片

(b) FCD450の引張試験片

図6 引張試験片寸法

3.3 BCを利用して製造した鋳鉄の機械的性質

各材料を用い日本工業規格(JIS)に基づく引張試験片^{14,15)}を製作するためのYブロックを製造した。製造したYブロックを図5に示す。また、使用した引張試験片寸法を図6に示す。

各材料の引張試験結果、ブルネル硬さ測定結果及びJIS規格(JIS G5501 JIS G5502)を表6に示す。各種バイオコークスで試作した試験片の機械的性質は、比較となるJIS規格材料と遜色ないものである。

次に光学顕微鏡を用いて組織観察を行った結果を図7に示す。試料の腐食液には、3%硝酸アルコール溶液を使用した。FC250の組織は、CE値の上昇に伴い、黒鉛の晶出量と形状は改善されており、BC添加による組織への影響は見られない。基地組織は、フェライトとパーライトの混合組織である。FCD450においてもCE値は低いですが、黒鉛の球状化率は80%以上であり、黒鉛の周囲にフェライトが析出したブルズアイ組織を呈している。黒鉛の球状化率は、80%以上で機械的性質が良好となることから、本実験で得られた組織は良好と判断できる。以上のことから、加炭材の一部代替としてバイオコークスを使用しても加炭効果を得ることができ、鋳鉄の機械的性質の向上効果を伴いながら製造が可能であることが示唆された。

表6 BC利用鋳鉄の機械的性質及びJIS規格

	引張強さ, MPa	耐力, MPa	伸び, %	硬さ, HB
ヒノキBC FC250	293	278	6	217
茶葉滓BC FC250	345	318	6	256
FC250(JIS G5501)	250以上	-	-	
ヒノキBC FCD450	575	345	17	195
茶葉滓BC FCD450	549	340	16	201
FCD450(JIS G5501)	450以上	280以上	10以上	

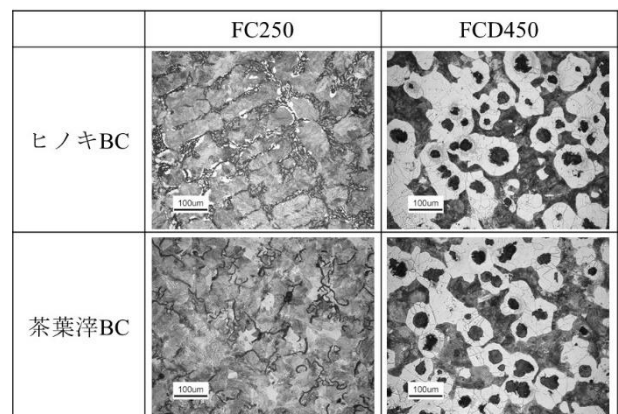


図7 製造した鋳鉄の組織観察結果

4 まとめ

鑄鉄を製造する際にバイオコークス添加することで、鑄鉄に加炭効果が得られるかを検証した。また、バイオコークスを用いた鑄鉄(FC250, FCD450)の機械的性質調査及び組織を観察することで、バイオコークスが溶湯に与える影響を調査した。結果を以下に要約する。

- (1) C.E.値を 2.0 以上の溶湯にバイオコークス(ヒノキ、緑茶滓)を加炭材として利用した場合、その歩留は約 25%~31%であり、加炭効果は認められるが効果は低い。
- (2) 鑄鉄製造後の不純物元素は目標成分以下であった。また、機械的性質の評価を行った結果、JIS 規格を満たす値を示した。
- (3) 不純物元素による異常組織は、確認されず、片状黒鉛鑄鉄及び球状黒鉛鑄鉄は良好な組織である。

参考文献

- 1) 井田民男: *Journal of the Japan Institute of Energy* 90 (2011) 2.
- 2) 川見佳正, 桑名一徳, 井田民男, 水野諭, 森田明宏: *高温学会誌* 35 (2009) 97.
- 3) 水野諭, 井田民男, 淵端学, 難波邦彦, 加子坂篤志, 藤田修: *Journal of the Japan Institute of Energy* 91 (2012) 41.
- 4) 石村健志, 井田民男, 淵端学, 本庄孝子, 佐野寛: *高温学会誌*, 33 (2007) 38.
- 5) 石井一義, 村田博敏, 桑名一徳, 水野諭, 森田明宏, 井田民男: *高温学会誌* 35 (2009) 91.
- 6) 川見佳正, 桑名一徳, 井田民男, 水野諭, 森田明宏: *高温学会誌* 35 (2009) 97.
- 7) 澤井徹, 大政光史, 梶本武志, 井田民男, 淵端学, 難波邦彦: *高温学会誌* 36 (2010) 36.
- 8) 水野諭, 井田民男, 難波邦彦: *高温学会誌* 36 (2010) 31.
- 9) 難波邦彦, 井田民男: *高温学会誌* 35 (2009) 76.
- 10) 内山武, 奥山契一, 中山剛, 渡辺純也, 秋山肇, 鈴木康夫, 小田昭浩, 星靖, 村田博敏, 田中位置嘉, 井田民男: *日本機械学会論文集 (B編)* 78 (2012) 1008.
- 11) 水野諭, 井田民男, 淵端学, 難波邦彦, 澤井徹: *実験力学* 13 (2013) 190.
- 12) 鳥居祐介, 水野諭, 西健治, 市野善三, 大政光史, 澤井徹, 井田民男, 淵端学: *スマートプロセス学会誌* 1 (2012) 63.
- 13) 井田民男, 高木亮伍, 水野諭, サンチェスエドモンド, 難波邦彦: *スマートプロセス学会誌* 2 (2013) 83.
- 14) 日本工業規格(JIS): JIS G5501
- 15) 日本工業規格(JIS): JIS G5502

音響計測によるコンクリート壁面高速診断システムの開発 (第2報)

田中 秀典*1, 小針 憲司*1, 板倉 賢一*2, 畑山 喬紀*3

1 はじめに

我が国の高度経済成長期に建設されたコンクリート構造物は老朽化が進み、各地で事故が発生している。こうした耐用年数を過ぎたコンクリート構造物の健全性診断として、様々な検査方法が提案され実施されている⁽¹⁾。非破壊検査方法として、打音、音波、振動、電磁波等を用いる方法が提案されているが、それぞれ欠陥検出精度やコスト、検査時間などに問題を残している。そのため現状では手軽な診断法として、打音検査法が主流になっている。打音検査は、熟練した検査員がコンクリート壁面をハンマーで打撃し、反響音を耳で聞いて欠陥の有無を判断する。検査員に代わって、打音を自動的に分析し、定量的かつ客観的に診断するシステムの開発研究が進められている^{(2)~(5)}。

本研究では、コンクリート壁面内部の欠陥を高精度かつ高速に検出し、壁面展開図にマッピングするハードウェアとソフトウェア・システムの開発を目指している。これまでに、二つのコンクリートブロックを用いたセラミックス粒子の衝突実験を行った⁽⁶⁾。内部に空隙のあるブロックと健全なブロックについて、セラミックス球を衝突させ、衝突音の解析を行った結果、コンクリート内部の欠陥の有無を推定できる可能性を見出した。その際、高い衝突音レベルを維持する方法として、粒子の質量を増すだけでなく、複数の粒子をほぼ同時に衝突させることによっても推定可能であることがわかった。

本報告では、基礎実験としてコンクリート内の欠陥の大きさや深さを変えた粒子衝突実験、衝突エネルギー

を変えた実験、ならびに衝突粒子としてドライアイス・ペレットを用いた実験の結果について述べる。

2 コンクリートブロック粒子衝突実験

2.1 コンクリートブロック供試体

使用したコンクリートブロック供試体は、外形が200mm×300mm×300mmである。供試体は大きく分けて2種類を使用した。供試体内部に厚さ5mmの円盤状の発泡スチロールを埋め込み擬似的に欠陥を作り出したものと⁽⁶⁾、発泡スチロールを埋め込んでいない健全な供試体である。欠陥を持つ供試体に関しては、空隙の直径や埋め込んだ深さを変えて4種類用意した(表2.1)。

表1 コンクリートブロック供試体

供試体	空隙の直径 [mm]	空隙の深さ [mm]	備考
1	0	0	健全な供試体
2	150	30	空隙の直径による違い
3	200	30	
4	200	50	空隙の深さによる違い
5	200	70	

2.2 実験手順

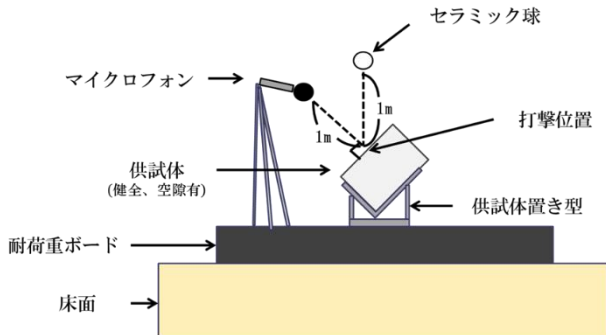
図1は、粒子衝突実験の模式図である。直径5mmのセラミックス球を、1mの高さから自由落下させ、供試体中央に衝突させた。上述の各供試体に対して10回試行し、衝突音を計測した。マイクロフォン(01dB社製, 40AE, 感度: 54.5 mV/Pa, 応答周波数: 10 Hz~16 kHz (±2 dB), ダイナミックレンジ: 146 dB (20 μPa))は、衝突個所から1mの位置に配置した。マイクロフォンの出力は、増幅器(01dB社製, Opus)で増幅されたのち、AD変換器(DataTranslation社製、

*1: 株式会社メイセイ・エンジニアリング

*2: しゅくみ情報系領域情報システム学ユニット

*3: 室蘭工業大学工学部情報電子工学系学科

DT9837B, 分解能: 24bit, サンプルング周波数: 最大 105.4 kHz) を介してパーソナルコンピュータに取り込んだ。録音, 解析ソフトウェアとしては, QuickDAQ (DataTranslation 社製) を用いた。計測時間を 1 秒とし,



サンプルング周波数は 40kHz に設定した。

図 1 粒子衝突実験の模式図

2.3 実験結果と考察

2.3.1 供試体中の空隙径の影響

空隙の直径が異なる 3 種類の供試体を用いて行った粒子衝突実験の結果を, 図 2 に示す。10 個の衝突音の平均振幅スペクトルである。空隙の直径が 200mm の供試体 (赤線) には, 3000Hz 近くに大きなピークが現れ, 直径が 150mm の場合 (青線) には 4000Hz 前後にピークが見られる。健全な供試体では, 際立ったピークは現れなかった。すなわち, コンクリート表面から比較的浅い箇所に直径 200mm 程度の空隙 (欠陥) がある場合は, 粒子衝突音は 2000Hz から 5000Hz の範囲に卓越周波数を持つと考えられ, 直径が小さくなるに従い卓越周波数は高くなることがわかった。

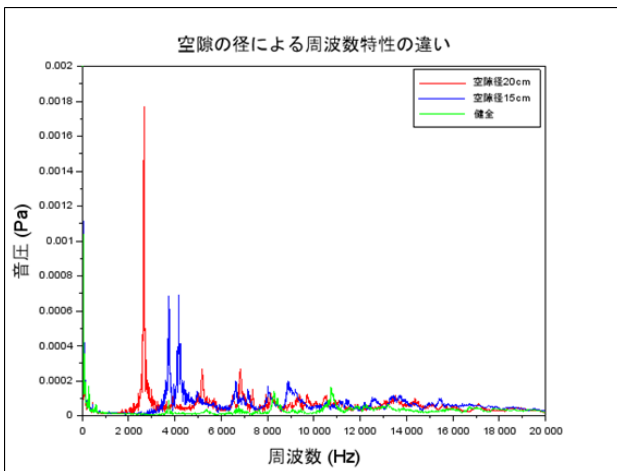
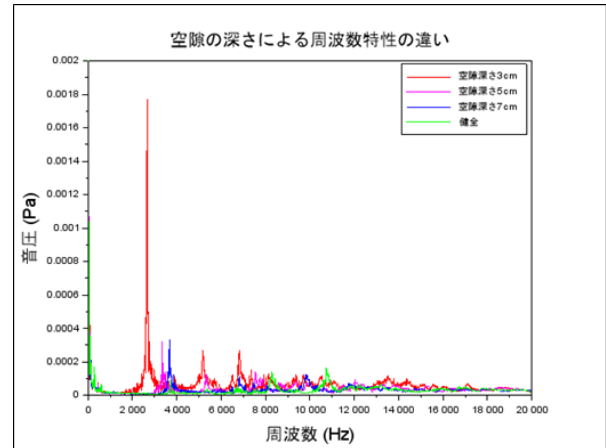


図 2 空隙の直径と卓越周波数

2.3.2 供試体中の空隙深さの影響

表 1 の空隙深さの異なる 4 種類の供試体を用いた実験の結果を, 図 3 に示す。それぞれ, 10 個の衝突音の平均振幅スペクトルである。空隙の深さが 50mm の供試体 (ピンク線) は, 3500Hz あたりに卓越周波数があり, 深さが 70mm の供試体 (青線) には, 4000Hz 近くが卓越しているのがわかる。すなわち, 空隙の深さが



深くなるほど卓越周波数が大きくなるのがわかる。

図 3 空隙の深さと卓越周波数

ここで, これらの卓越周波数について, 円盤のたわみ振動を仮定して検討してみる。供試体中の空隙上部の円盤型コンクリート部分が, その下部の空隙の影響でたわみ振動をすると仮定する (図 4)。端部は, 単純支持とする。この場合の円盤のたわみ振動による周波数 f_f は, 以下の式で近似できる⁹⁾。

$$f_f = \frac{K_n}{2\pi} \sqrt{\frac{Ed^2}{12(1-\nu^2)\rho a^4}}$$

ここで, K_n は振動のモードによって異なる値を持つ係数で, 最も低い周波数は $n=1, K_n=4.99$ である。 E はヤング率, ν はポアソン比, ρ はコンクリートの密度である。 a は円盤の半径, d は円盤の厚さである。

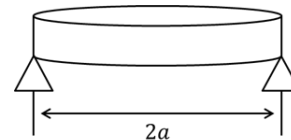


図 4 単純支持された円盤のたわみ振動

次に, $E = 1.9 \times 10^{10} \sim 3.6 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$, $\nu = 0.15 \sim 0.2$, $\rho = 2177 \text{ kg/m}^3$ と仮定して, それぞれの供試体のたわみ振動を求めた。その結果と, 粒子衝突時の卓越周波数を比較したのが, 表 2 である。

表 2 各供試体の卓越周波数

供試体	空隙直径 2a[mm]	空隙深さ d[mm]	衝突音周 波数[Hz]	たわみ振動周波 数[Hz]
2	150	30	4180	3654~5075
3	200	30	2670	2055~2855
4	200	50	3360	3425~4758
5	200	70	3680	4795~6661

表 2 によると、空隙（欠陥）の深さが浅い場合はたわみ振動と考えられるが、50mm を超えると別の振動モードを考慮する必要がありそうである。

このように、コンクリート壁面に固体粒子を衝突させ、衝突音の卓越周波数に注目することで、比較的浅い場所にある欠陥の有無は推定できると考える。ただし、この結果は直径 5mm のセラミックス球を自然落下させた場合の結果で、より大きな衝突エネルギーを加えた場合には、より深くの欠陥を検知できる可能性がある。

3 衝突エネルギーと卓越周波数

次に、粒子の衝突エネルギーを変化させるために、落下高度と落下粒子数を変えた実験を試みた。供試体は、表 1 の供試体 3 のみを使用し、直径 5mm のセラミックス球を用いた。

3.1 粒子の落下高度の影響

粒子の落下開始地点は、供試体の真上 10cm とし、最高点を供試体の真上 190cm とした。高さ 10cm ごとに 19 段階で粒子を落下させた。それぞれの高さで 5 回の試行を行い、平均振幅スペクトルを求めた。

図 5 は、代表的な高さの平均振幅スペクトルを表している。いずれの場合にも、供試体 3 の空隙に応じた周波数にピークが見られる。ここで、落下高さごとのピーク値（音圧）を調べた。図 6 が、その結果である。落下高度が増すと衝突エネルギーも高くなり、ピーク値も高くなることが期待されたが、高さ 50cm まで落下粒子高度とともに卓越点の音圧が増加するものの、それ以降は増加傾向が緩やかになっている。また、高さ 150cm 辺りからは頭打ちになっている。この原因としては、粒子の衝突個所のバラツキなど実験精度の影響や空気抵抗等が考えられるが、実用化の段階でも起こり得ると考えられ、単一の固体粒子に加えるエネルギーには限界があると推察される。

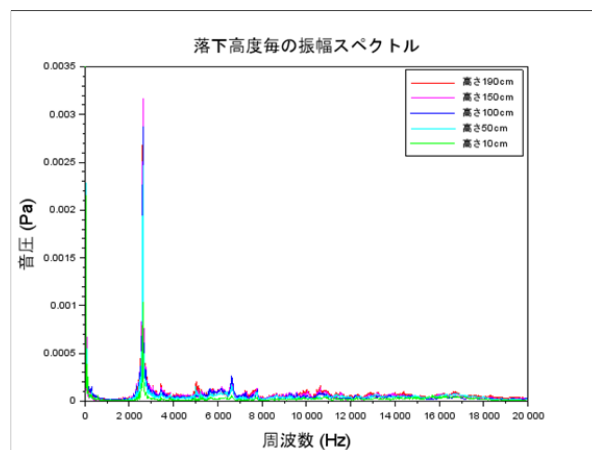


図 5 落下高度と振幅スペクトル

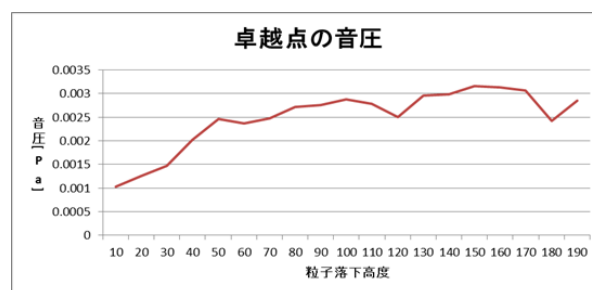


図 6 粒子の落下高度と卓越周波数の音圧

3.2 落下粒子数の影響

供試体の直上 1m から、落下粒子の個数を変化させて衝突音を計測した。粒子数は 10 個から始め、10 個ずつ 100 個まで増やす実験を行った。それぞれの個数で 5 回の試行を行い、平均振幅スペクトルを求めた。

図 7 は、代表的な落下粒子数での平均振幅スペクトルである。いずれの個数においても、供試体 3 の卓越周波数が顕著に表れている。ここでも、落下粒子数を増やすと供給エネルギーが増し、卓越周波数のピーク値（音圧）が高くなることを期待したが、その傾向は約 40 個までであった。図 8 は、落下粒子数と卓越周波数の音圧値の関係を表している。40 個を超えると逆に音圧が下がり、それ以降は減少と増加を繰り返している。このような結果になった原因としては、粒子が拡散したことや、粒子同士の干渉などが考えられる。いずれにしても、対象とする診断面積に対して、衝突粒子数の限界があると推察される。

4 ドライアイス・ペレット衝突実験

本研究開発では、最終的にコンクリート壁面に衝撃を与える媒体として、ドライアイス・ペレットを想定

している。ドライアイス・ペレットを用いる理由としては、以下がある。

- ・コンクリート壁面に衝突した後、昇華して気体になるため、片づけが不要である。
- ・固体の衝突であるため、液体や気体に比べエネルギーの伝達効率が良い。
- ・コンクリート壁面の洗浄効果が期待できる。
- ・電気配線等があっても、濡らすことがない。
- ・粒子径の種類も多く、比較的容易に入手可能である。

これまでのセラミック球と同様な効果があるかを確かめるために、直径が9mmの円柱状のドライアイス・ペレットを用いて、これまでと同様な実験を試みた。用いた供試体は、健全な供試体1と空隙を有する供試体3である。1個のドライアイス・ペレットを1mの高さから自由落下させる場合と、複数(10個程度)のドライアイス・ペレットを同じく1mの高さから自由落下させる実験を行った。

図9は、ドライアイス・ペレット衝突実験の平均振幅スペクトルである。落下粒子が単数の場合(青線と緑線)でも複数の場合(赤線と水色線)でも、空隙のある供試体(赤線と青線)の場合では3000Hzと6000Hzにピークが見られた。一方、健全な供試体の場合は、落下粒子が単数でも複数でも、卓越したピークは見られない。したがって、ドライアイス・ペレットを用いた空隙有無の判別は、これまでのセラミックス球と同様に可能であると考えられる。

5 おわりに

空隙(欠陥)の大きさと深さの異なるコンクリート供試体を用意し、セラミックス球による衝突実験を行った。その結果、コンクリート壁面内の空隙の判別に、円盤のたわみ振動を利用することで、空洞の位置や大きさを推定できることがわかった。ただし、検出できる空隙の深さには限界があり、ある深さからは円盤のたわみ振動では説明できなくなることがわかった。

供試体に衝突させる粒子の高さを変えた実験からは、粒子の質量にもよるが、卓越周波数の音圧を最大にする最適高さ(最適エネルギー)があると考えられた。また、複数の粒子を衝突させる実験においても、最適な粒子数があると考えられた。

ドライアイス・ペレットの衝突実験により、ドライアイス・ペレットの衝突音からも十分に空隙を検出できることが分かった。

この他、本文では紹介できなかったが、診断システムのためのソフトウェアの一部として、雑音下の衝突

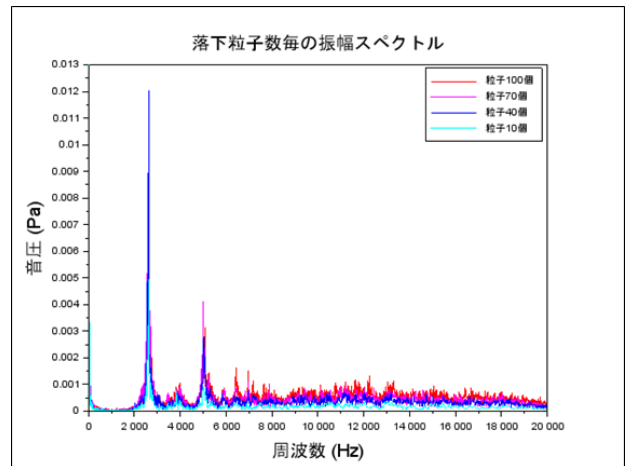


図7 代表的な落下粒子数での平均振幅スペクトル

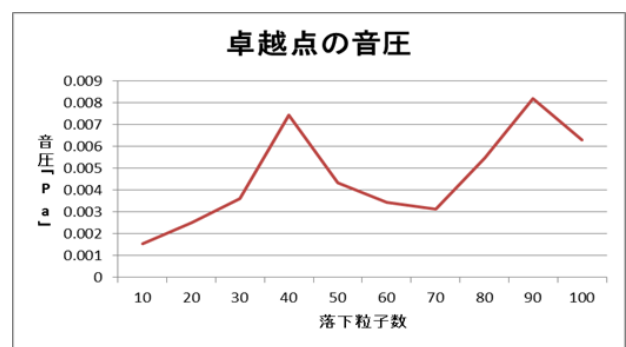


図8 落下粒子数と卓越周波数の音圧値

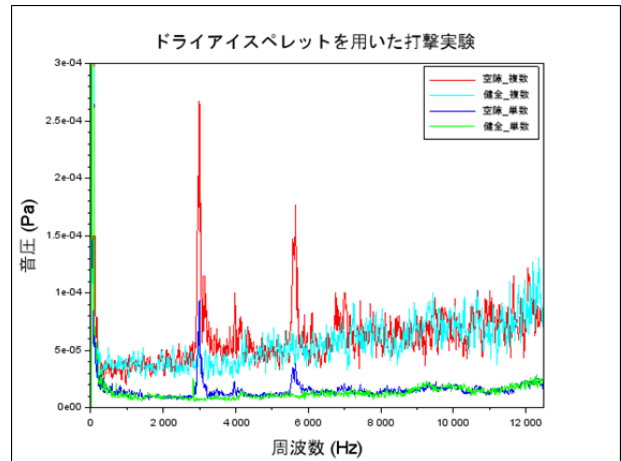


図9 ドライアイス・ペレットによる衝突実験

音を検出するのに、適応フィルタのアルゴリズムであるLMS(Least Mean Square)が有効であることが分かった。

今後は、ドライアイス・ペレットの射出装置を開発し、同様な実験を行うとともに、自動診断ソフトウェアの開発などを進める予定である。

文 献

- (1) 魚本健人：『コンクリート構造物の非破壊検査』，森北出版，1990
- (2) 金森正樹，飯坂武男，菊川浩治，梅原秀哲：コンクリートの打音による健全性の評価について，コンクリート工学年次論文集，Vol.23, No1, 2001
- (3) 浅野雅則，鎌田敏郎，六郷恵哲，児玉一郎：コンクリートの欠陥評価における打撃音波形パラメータの役割，コンクリート工学年次論文集，Vol.25, No.1, 2003
- (4) 三好茜，園田佳巨，川端健太：打音特性を用いた劣化診断に関する基礎的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.31, No.1, 2009
- (5) 山田裕志，川端健太，園田佳巨：コンクリート構造物の打音検査に関する時間 - 周波数解析を用いた基礎的研究，土木学会西部支部研究発表会，2010.3
- (6) 田中秀典，小針憲司，板倉賢一，山崎剛嗣：音響計測によるコンクリート壁面高速診断システムの開発，室蘭工業大学地域共同研究開発センター研究報告，No.26, 2016
- (7) 橘秀雄，矢野博夫：『環境騒音・建築音響の推定』，コロナ社，2004
- (8) 鈴木昭次，西村正治，薙本信哉，御法川学：『機械音響工学』，コロナ社，2004
- (9) 近藤恭平：『振動論』，培風館，1999

SiC/SiC ターゲット用新製造プロセスの検討

朴 峻秀^{*1}, 香山 晃^{*1}, 岸本 弘立^{*1}, 中里 直史^{*1}, 神田 千智^{*1}, 早坂 大輔^{*1},

青木 正治^{*2}, 牧村 俊介^{*3}, 的場 史朗^{*3}

1 はじめに

素粒子科学研究におけるミュオン, パイオン, 中性子, ケイオン等の様々な二次粒子の生成は, 陽子加速器の利用が必須不可欠であり, 高精度の実験の為に, 高強度化が進んでいる。

加速器ターゲットで発生した二次粒子を効率的に輸送する為には高密度元素からなる材料が適するが, 原子番号の大きな金属材料は陽子ビームにより大きな熱と放射線を発生する。

更に, 標的上のビームによる発熱密度が高くなることによって標的材料の耐熱温度を超えてしまうので, 回転標的方式や液体金属標的を採用する必要がある。

そのために, 加速器ターゲット材料としてはミュオンやパイオンの生成において, 不活性雰囲気中の耐熱性および低放射化の観点から等方性黒鉛が採用されているが, 炭素(C)は基本的に低密度材料であり酸素の存在する高温雰囲気では容易に酸化されることから, 加速器運転時の予期せぬ大気導入時には, 酸化により放射性物質が飛散される恐れがある。

一方, 炭化ケイ素 (SiC) は C より高密度である事と, 非常に優れた耐熱性と低放射化特性を併せ持っており, 加速器ターゲットとして非常に有望な材料である。本学 OASIS では SiC マトリックスを SiC 長繊維で補強し, 強靱化した SiC/SiC 複合材料の製造に関連した特有技術 (NITE プロセス) を長年研究しており, その優れた性能に対して国内外を問わず注目されている。[1-4]

加速器においては, 加速器自体のスペックのみならず, 使用目的によって様々な形状・寸法・性能を有するターゲットが求められている。

SiC/SiC 複合材料は SiC 自体が難焼結性セラミックス

ら繊維強化構造に配慮する必要がある。この為, 非常にである事と, SiC 長繊維を強化材として用いている事が精密で複雑な製造プロセスが適用されており, 複雑形状を有する部材の製造および製造コスト低減には限界がある。

本プロジェクトにおいては, 加速器ターゲットとして要求される性能・形状・寸法を満たす SiC/SiC 複合材料製造技術の一つとして, 既存の長繊維ではなく, 長さ 3~10mm 程度の短繊維を強化材として用い, ランダムな繊維強化構造を持ち, 近似形状成型に適した新しい製造プロセス開発を行って, 本編ではその成果を述べる。

2 実験方法

2.1 短繊維 SiC/SiC 複合材料

1970年代に開発された SiC 長繊維は, 耐熱性向上を目指して, 結晶性および純度を高める製造プロセス改善が行われ, 現在では 1800°C 級の耐熱性を有する SiC 長繊維まで開発されている。SiC 繊維強度は 2GPa~3GPa 程度の高強度を示す。これらの SiC 長繊維を用い SiC/SiC 複合材料は繊維強化方向においては 300~500 MPa 程度の高強度を示す。但し, 非主軸方向では必然的に弱く, 実際の実用部材では繊維強化構造に細心な注意を払った材料設計が必要である。製造プロセスにおいても厳密な繊維強化構造の制御が必要である。一方, 長繊維を短く切断し, ランダムにマトリックス中に分布させた短繊維強化複合材料は一般的に厚さ方向 (Z 軸) を除いて, 繊維はランダムに配置されている事から, 材料設計・製造プロセスが非常に簡単になり, 製造コストが安くなるメリットがある。但し, 短繊維強化複合材料における課題は短繊維同士の絡み合いによりマトリックス中に均質に分散させ難く, 繊維体積率を上げる事も困難である。

これらの問題を解決する手段として, SiC 繊維を SiC マトリックス原料となるスラリーに含浸・乾燥させ, 一定量の SiC マトリックスを予め含ませているプリプレ

*1: 環境・エネルギーシステム材料研究機構

*2: 大阪大学 素粒子物理学実験研究グループ

*3: 高エネルギー加速器研究機構

グシートを短く切断した短繊維プリプレグシートを出発原料とする新しい製造プロセスを開発した。図1に短繊維 SiC/SiC 複合材料の概略製造プロセスを示す。

強化繊維は高結晶性・化学量論組成の SiC 繊維 (Cef-NITE™, GUNZE LIMITED) を用いた。SiC 繊維と SiC マトリックス間の界面 (F/M 界面) として数百 nm 程度の熱分解炭素 (PyC) を繊維表面に被覆している。繊維直径は約 10 μm であり、繊維 500 本が一束になる。SiC マトリックス原料となる混合スラリーは酸化物系焼結助剤とバインダーを含む SiC 粉末を有機溶剤に均質分散・混合させた物である。

PyC 被覆した繊維を混合スラリー槽に通し、一定量のマトリックス成分 (約 45-55 wt%) になるように混合スラリーをくっ付け、乾燥させてプリプレグシートを作製した。繊維束同士の間隔 (ピッチ) は約 1mm 程度である。得られたプリプレグシートを短く切断し、短繊維プリプレグシートを得た。短繊維 SiC/SiC 複合材料の物性に及ぼす繊維長さ効果を調べる為に、切断長さは ~5 と 10mm の 2 条件で準備した。

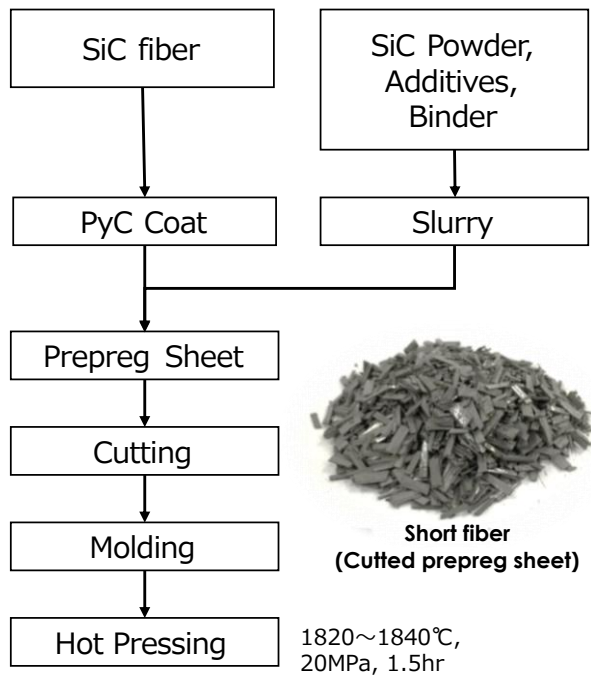


図1 短繊維 SiC/SiC 複合材料の製造プロセス

準備した短く切断した短繊維プリプレグシートをカーボンモールドにランダムに充填させた後、ホットプレス (最大加圧力 5tonf, 富士電波工業製) を用い高温・高圧で焼結させ、板状 (長さ 40×幅 40mm) の短繊維 SiC/SiC 複合材料を作製した。ホットプレス雰囲気は真空中、ホットプレス圧力は 20MPa である。焼結時間は 1.5

時間、焼結温度は 1820°C~1840°C である。焼結後に焼結度合及び曲げ強度を測定する為に、幅 3mm×長さ 26mm×厚み 1.2mm になるように精密切断機を用いて加工を行った。

密度測定はアルキメデス法により行っており、3 点曲げ試験は万能試験機 (Type 205R, インテスコ社製) を用いて実施した。3 点曲げ試験ジグの下部スパーンは 16mm であり、試験速度は 0.5mm/min である。表 1 に短繊維 SiC/SiC 複合材料の製造条件及び得られた物性 (密度及び曲げ強度) を示す。微細組織は FE-SEM (JSM-6700F, JEOL 社製) を用いて行った。

表 1 短繊維 SiC/SiC 複合材料の製造条件及び物性

ID	焼結温度	繊維長さ [mm]	密度 [g/cm ³]	3点曲げ強度 [MPa]
	[°C]			
SF1	1820	5	2.82	117
SF2	1830	3~5	2.76	96
SF3		10	2.87	135
SF4	1840	3~5	2.88	99
SF5*		5	2.94	100

* SF5はSF4の再現実験

2.2 近似形状成型

短繊維 SiC プリプレグシートを短繊維 SiC/SiC 複合材料の中間素材として用いるメリットは予め繊維に SiC マトリックス成分を付着させた事により、繊維同士の間隔を防ぎ、SiC 繊維体積率を一定に管理できる事だけでなく、ペレットのような形をした短繊維 SiC/SiC 複合材料を金型に充填させるだけでプリフォームを準備が出来かつ、繊維強化構造を厳密に制御する必要がない事である。これは多様な形状・寸法を有する実用部材の近似形状成型に非常に大きいメリットになり得る。図2に短繊維プリプレグシートを用いたドームの形をした短繊維 SiC/SiC 複合材料のプリフォーム製造及び擬似 HIP による焼結過程を示す。金型に短繊維プリプレグシートを充填・簡易プレスし、プリフォームを得たのち、プリフォームをカーボンモールドに移し、プリフォームの内側にはカーボン粉末を充填した。ホットプレスは基本的に上下一軸加圧のみ可能であり、板材ではない限り複雑形状を有するプリフォームの焼結には適用できない。今回の短繊維 SiC/SiC 複合材料の焼結に用いた加熱・加圧方式は擬似熱間等方圧プレス (Pseudo-HIP) と呼ばれる方式である。これは高温で安定な個体粉末 (ここではカーボン粉末) を圧力媒体と

して用いる事により,上下方向の圧力を等方圧に変換させて焼結させる手法である.本研究では技術実証として,擬似 HIP を適用し外径 ϕ 40mm,内径 Φ 38mm,長さ50mmのドーム型短繊維 SiC/SiC 複合材料を製作した.

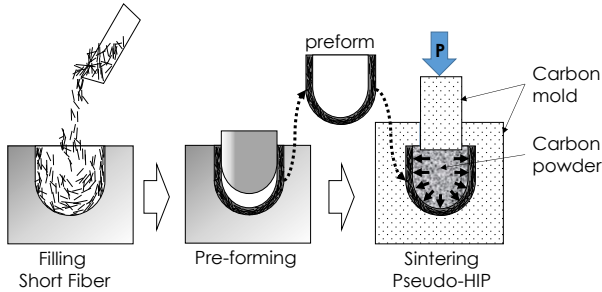


図2 短繊維プリプレグシート及び擬似 HIP によるドーム型 SiC/SiC 複合材料部材の製造プロセス

3 実験結果と考察

3.1 焼結温度の影響

図3に試作した板状の短繊維 SiC/SiC 複合材料 (ID: SF2) の外観を示す.試験片の表面にはランダムに配列された短繊維プリプレグシートに起因する独特な模様が確認できる.

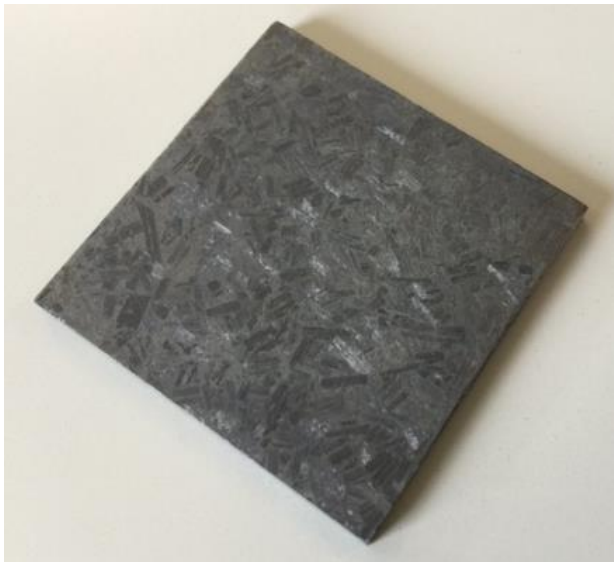


図3 短繊維 SiC/SiC 複合材料の外観 (長さ5mmの短繊維プリプレグシート使用)

短繊維の長さ及び製造温度を変数として,製造条件の最適化を行った.図4に長さ~5mmの短繊維プリプレグシートを用い,1820℃から1840℃まで温度を変えな

がら焼結させた複合材料の密度と曲げ強度を示す.

低い温度で焼結させた試験片 (SF1) の曲げ強度は117 MPa で他の試験片に比べて若干高い.密度に関しては1840℃で焼結させたSF4 と SF5 が 2.9 g/cm^3 前後として高い数値を示しているが,1830℃で焼結したSF2 試験片の場合は1820℃焼結させたSF1 に比べて若干低い密度 (2.76 g/cm^3) を示している.

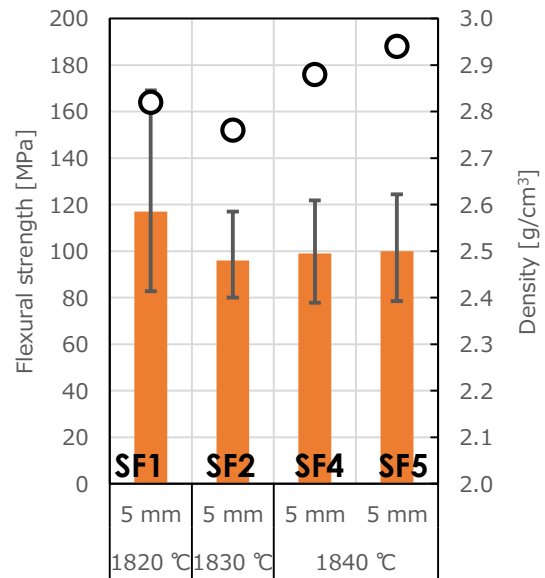


図4 短繊維 SiC/SiC 複合材料の密度・曲げ強度に及ぼすホットプレス温度の影響

図5に異なる温度で焼結させた短繊維 SiC/SiC 複合材料の微細組織を示す.曲げ試験後の破断面では亀裂が大きく偏向する等の SiC/SiC 複合材料特由の複雑な破壊挙動が全ての試験片において確認出来た.繊維バンドル及び繊維を拡大した写真を見ると,1820℃,1830℃で焼結させた複合材料(SF1 と SF2)では繊維バンドル間の SiC マトリックス部及び繊維バンドル内部において巨視・微細気孔が残存している事がわかる.1840℃で焼結させた試験片(SF4 と SF5)には,繊維束内で微細気孔は残っているものの,繊維バンドル間の SiC マトリックスにおける巨視気孔は殆ど消えている.以上より,焼結温度の増加に伴い緻密化進んでいる事がわかる.これは,図4の密度測定結果とも合致する結果であるが,焼結温度上昇により F/M 界面層の損失も起こっており,低い曲げ強度の原因の一つと考えられる.

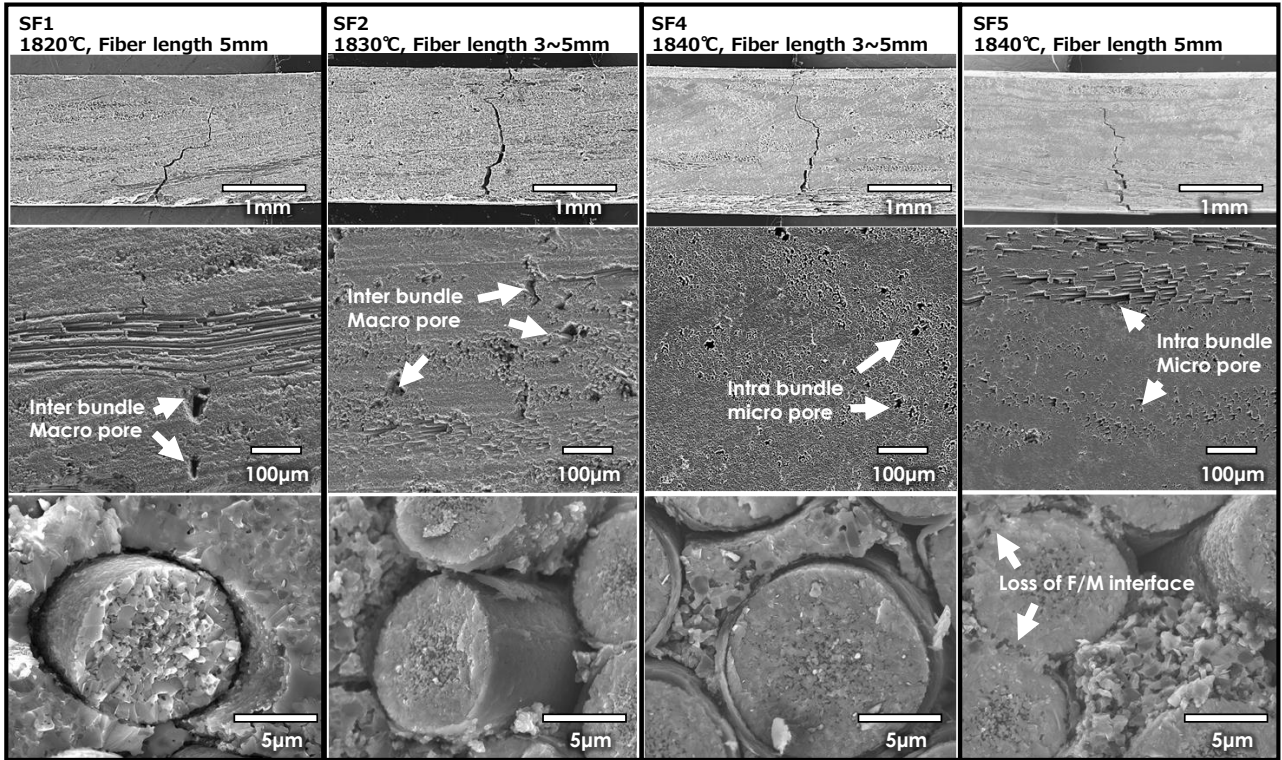


図5 異なる焼結温度で作製した短繊維 SiC/SiC 複合材料の微細組織 (繊維長さ~5mm)

3.2 繊維長さの影響

図6と7に同一焼結温度(1830°C)で作製した短繊維 SiC/SiC 複合材料の繊維長さや密度・曲げ強度との相関及び微細組織を示す。短繊維長さ増加に伴い、曲げ強度及び密度も増加する結果となった。一般的に強化繊維の長さが長くなる事に連れて、より長い亀裂偏向を含む複雑な破壊挙動・強靱化が期待出来る。

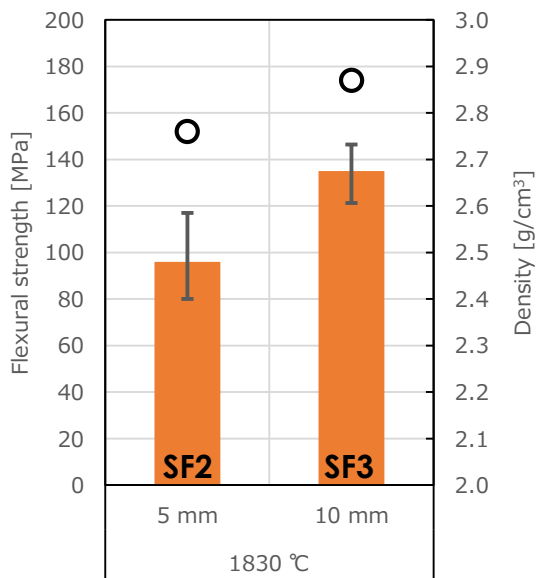


図6 繊維長さや密度・曲げ強度との相関

しかしながら、図7の微細組織観察結果においては、顕著な差は確認出来ない。なお、繊維長さが長くなる事に連れて、強化構造の不均質が増える可能性もあり、最適な繊維長さに関しては追加的検討が必要である。

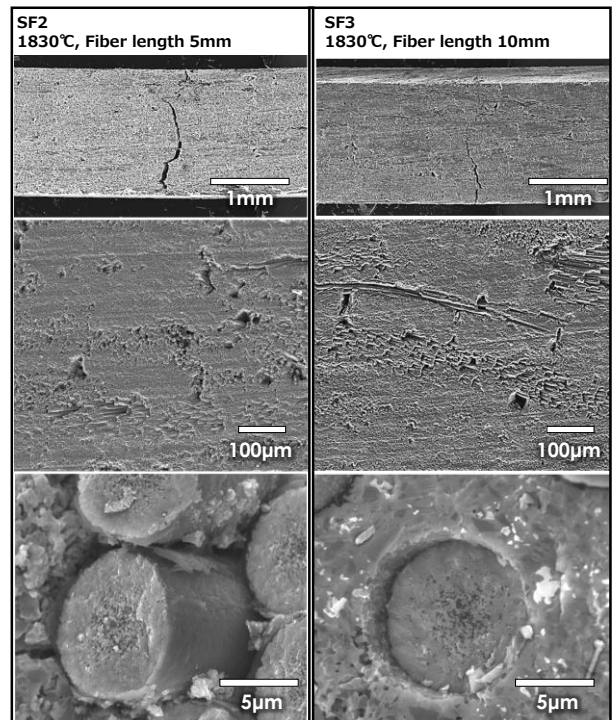


図7 繊維長さの異なる短繊維 SiC/SiC の微細組織

3.3 擬似 HIP による短繊維 SiC/SiC 複合材料の 近似形状成型

上記、板状の短繊維 SiC/SiC 複合材料を用いた検討結果に基づき、複雑形状（ドーム型）を有する短繊維 SiC/SiC 複合材料の試作を行った。（図 8）上下一軸のみのホットプレスを用いているにも関わらず、当初目標とした形状・寸法を有する短繊維 SiC/SiC 複合材料を製作出来た。SiC マトリックス中の欠陥（巨視・微細気孔）も殆ど観察されず、繊維と F/M 界面層も健全である事を確認した。SiC 繊維は延性・塑性を持たないセラミックスであり、長繊維を用いる SiC/SiC 複合材料の製作では繊維同士の拘束により、焼結過程での焼結体全体の体積変化に追従した SiC 繊維位置変化は制限される場合があるが、短繊維では技術的難関はなく、大型加速器向けのターゲット製造も可能である。

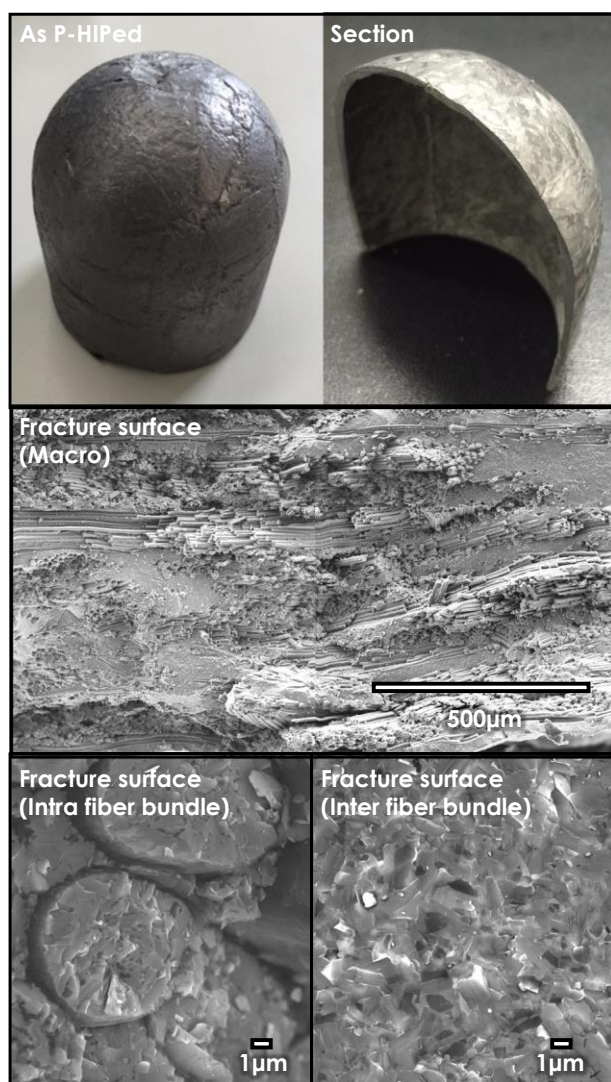


図 8 擬似 HIP により作製したドーム型短繊維 SiC/SiC 複合材料の外観と微細組織

4 おわりに

加速器ターゲットの要求条件に合わせた様々な形状・寸法を有する SiC/SiC 複合材料の製造方法に関する研究を行った。従来の技術的課題を解決した短繊維プリプレグシートを採用する事で短繊維 SiC/SiC 複合材料の製作に成功した。擬似 HIP 手法を用いる事で複雑形状品のニアネットシェイプ成型も可能である事を示した。今回開発した製造プロセスは工程が簡単で大型化・量産化にも適しており、加速器ターゲット適用に向けた設計・評価を進めている。

文 献

- (1) A. Kohyama, M. Singh, H.T. Lin and Y. Katoh Ed., Advanced SiC/SiC Ceramic Composites Ceramics Transactions 144, American Ceramic Society, 2002
- (2) Y. Katoh et al., Thermo-mechanical properties and microstructure of silicon carbide composites fabricated by nano-infiltrated transient eutectoid process, Fusion Engineering and Design 61-62, 2002, p723-731
- (3) A. Kohyama et al., Advanced SiC fibers and SiC/SiC composites toward industrialization, Journal of Nuclear Materials 417 (1-3), 2011, p340-343
- (4) J.S. Park et al., Efforts on large scale production of NITE-SiC/SiC composites, Journal of Nuclear Engineering 367-370 (A), 2007, p719-724

Ni-AlN 複合電析による Ni-Al 金属間化合物の作成

樽井 洗亮*1, 佐伯 功*1, 吉岡 隆幸*2, 成田 敏夫*2

1 はじめに

化石燃料を用いた発電システムにおいて、発電効率の増加は燃料費の低減ばかりでなく、地球環境保全の点からも重要である。このため汽力発電における蒸気温度を 700°C 以上とする A-USC ボイラが計画されているが、材料強度の点からまだ実現はされていない。一方、蒸気タービンとガスタービンを組み合わせたコンバインド発電による効率上昇が新規の発電所において多く採用されている¹⁾。

このうちガスタービン自体の熱効率を上げるためには高温燃焼が必須である。しかし、燃焼タービンは高温での機械特性劣化に加えて酸化による劣化が問題である。そこで燃焼タービンはニッケル基単結晶合金に NiAl 金属間化合物コーティングと遮熱コーティングがなされている²⁾。

従来の研究で、基材合金に Re-Cr 系拡散防止コーティング、さらにその上に Ni-Al をコーティングし、さらに TBC コーティングを行うと、TGO としてごく薄いアルミナ (Al₂O₃) が形成し、これが長期間にわたって安定に TBC と基材を接合できることがわかっている。この Ni-Al コーティングははじめに Ni を電気めっきし、その後閉鎖容器中で Al を蒸気にし、Ni めっき層と拡散浸透・反応させて作成している³⁾。この過程は高温かつ金属蒸気を用いるため煩雑であり、より簡単なプロセスでの Ni-Al 金属間化合物層の作成が望まれている。

複合めっきとは金属を電気めっきする際、めっき浴中に粉体粒子を分散しておくことにより、めっき金属に粒子を同時に析出させる方法である。この方法によって、例えばレシプロエンジンのシリンダー内面に Ni-

SiC 複合めっきを施して、シリンダーの摩耗を防ぐ、金属とテフロン粒子を共析することにより撥水性・低摩擦の表面を作成するなどの技術が実用化されている。テフロン粒子をはじめ、複合めっきには非導電性粒子が用いられており、逆に金属粒子の様に導電性粒子が用いられた例はなかった⁴⁾。

一方、Liu らは Ni めっき浴に Al 粒子を分散させ電解すると、Al を 25 at% 以上含む複合めっき膜を得た。これは金属-金属粒子の複合電析に関する唯一の報告と思われる。また、得られた膜を還元雰囲気中、600°C までの温度でアニールすると Al 粒子表面に Ni₃Al 層が生成することを見出した。この金属間化合物の融点は高く、アニールによって完全な Ni₃Al 層が得られれば、従来の Ni₃Al 生成方法を代替する可能性がある⁶⁻⁸⁾。しかし、Liu らの研究は年以後報告がなく、また、実験条件が詳細に報告されていないことから、複合電析による Ni₃Al 層の形成のためには、再度同様の実験を行い、複合電析プロセスの支配因子をひとつひとつ丁寧に検討する必要があった。

前年度までの共同研究において、我々は Hovelstad らが総括した複合めっきに影響を与える因子のうち⁹⁾、粉体の処理条件、電析浴の攪はん、電流密度、粉体濃度に注目し、これらが複合電析挙動に与える影響を調査した。また、複合電析を行ったステンレス鋼を還元雰囲気中でアニールし、Ni₃Al 層が生成するか検討してきた。その結果、確かに Ni₃Al は部分的に生成するものの、単独層としては生成しなかった。この原因は用いた Al 粉末の直径が 3 μm と大きく、Ni-Al 間の拡散距離が大きいためである。Ni₃Al の生成を促進するにはより微細な Al 粉末を用いれば良いが、微細 Al は粉塵爆発の危険性が高く、工業的な利用は容易ではない。

そこで今回、Al より安定な微細 AlN 粉末を用い、Ni-AlN 複合電析膜を得た後にこれを還元し、Ni₃Al を作成することを試みた。

*1: 室蘭工業大学 大学院工学研究科

*2: 株式会社 DBC システム研究所

2 実験概要

2.1 AlN 粉末

AlN は 2 社から提供された粉末を用いた。A 社の粉末は公称直径 1 μm で実際には Fig. 1(a)に示すように数 100 nm から数 μm の粒子が含まれている。形状は球形に近いものが多いようであった。一方、B 社の粉末 (Fig. 1(b)) は、公称直径 5 μm 程度のサイズで角ばった形状の粒子からなっていた。

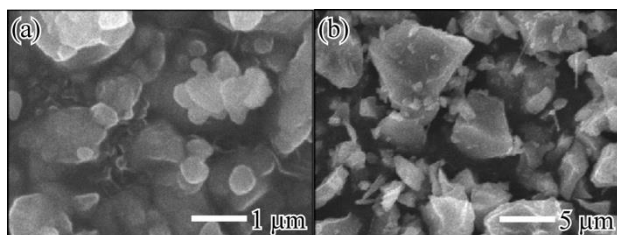


Fig. 1 実験に使用した AlN 粉末の電子顕微鏡写真 ((a): A 社から入手, (b)B 社から入手.)

2.2 複合電析

めっき基板には銅板もしくは SUS304 ステンレス鋼を用いた。Ni 電析には塩化ニッケル-グリシン浴、スルファミン酸ニッケル浴、および硫酸ニッケル-クエン酸浴を用いた。(Table 1)。これらの浴に熱処理した AlN 粉末を 5-20 g dm^{-3} 加え、マグネットスターラー攪はん下、カソード電流密度 $i_c=0.2\text{-}2 \text{ Adm}^{-2}$ で Ni として 10 μm 電析した。いずれの浴を用いた場合も浴温は 40°C とした。浴の pH 調整には濃塩酸もしくは水酸化ナトリウム粉末を用いた。

Table 1 Ni めっき浴の組成 (mol L^{-1})

グリシン浴		スルファミン酸浴	
NiCl ₂ 6H ₂ O	0.1	Ni(SO ₃ NH ₂) ₂ 4H ₂ O	0.9
グリシン	0.05-0.3	NiCl ₂ 6H ₂ O	0.18
		H ₃ BO ₃	0.65
pH	5	pH	5

2.3 めっき膜の焼鈍

表面に Ni-AlN 複合電析した SUS304 ステンレス鋼を Ar-8 vol% H₂ 雰囲気中に置換した電気炉中で 3 もしくは 70 hr 加熱し、Ni と AlN の拡散処理を行った。その際、試料の酸化を防ぎ、AlN からの脱窒素を促進するために加熱前に系をガスで十分に置換し、また、試料近傍には Ti 粒を配置した。

2.4 膜の観察および分析

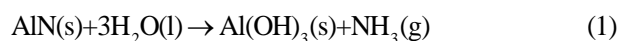
めっき膜の構造同定には X 線回折 (XRD) を用いた。

管球は Cu, 出力は 40 kV-50 mA, スリットは DS, SS, RS がそれぞれ 1°, 1°, 0.4 mm で 0.02 deg. ごとのステップスキャンを行った。膜の平均組成の測定には蛍光 X 線組成分析装置 (XRF) を用いた。管球は Rh, 出力は 30 kV-1 mA, コリメーター 3 mm ϕ を用いた。膜の観察には走査電子顕微鏡 (SEM) を用いた。加速電圧 15 kV, WD=10 mm で反射電子 (BSE) を用いて観察した。また、膜断面の元素分析には SEM に付属したエネルギー分散型 X 線スペクトロメータ (EDS) を用いた。

3 実験結果および考察

3.1 水溶液中における AlN 粉末の安定性とめっき浴の決定

Table 2 は二種類の AlN を室温の各種水溶液に浸漬した際の pH 変化およびにおいの有無を示す。AlN は熱力学的に不安定であり、式 (1) に従って水と反応してアンモニアを生成する。



この反応が生じたのは B 社の粉末を蒸留水に加えた場合のみであった。両社の粉末はともに表面をシランカップリング処理し耐水性を付与してあると考えられるが、一部条件で水との反応が確認されたこと、および B 者の粉末は Al の代替として 3 μm より小さい粒子を用いるという目的には適合しないため、以後の実験では A 社の AlN 粒子を用いることとした。この粒子と Table 1 に示した 2 種類のめっき浴を用いて複合電析実験を試行したところ、グリシン浴を用いた場合には膜中に AlN が 20-40 vol% 取り込まれたが、スルファミン酸浴を用いた場合、めっき膜中にほとんど AlN が取り込まれなかった。この原因は不明であるが、以後の実験ではグリシン浴を用いて複合めっき実験を進めることにした。

Table 2 蒸留水およびめっき浴に浸漬した際のめっき浴の pH 変化およびにおいの有無

粉末	水溶液	pH			におい
		前	後	差	
A 社	蒸留水	5.4	7.3	1.9	なし
	グリシン浴	5.0	4.9	-0.1	なし
	スルファミン酸浴	5.0	5.2	0.2	なし
B 社	蒸留水	5.6	10.9	1.9	NH ₃ 臭
	グリシン浴	5.0	4.9	-0.1	なし
	スルファミン酸浴	5.0	5.2	0.2	なし

3.2 Ni-AIN 複合電析に対する諸因子の影響

Fig. 2はグリシン浴を用いた際の複合電析膜中のAIN体積含有率に対する(a) ニッケル-グリシン比, (b) ニッケル濃度, (c) 浴中粉体濃度の影響を示す。Ni²⁺はグリシンと 1:1 錯体を形成し溶解する。よって検討した浴は遊離のグリシンが過剰に存在することを意味している。バラつきは多いがこの遊離グリシンが多く、電流密度が高いほど電析膜中のAINが多いことがわかる。

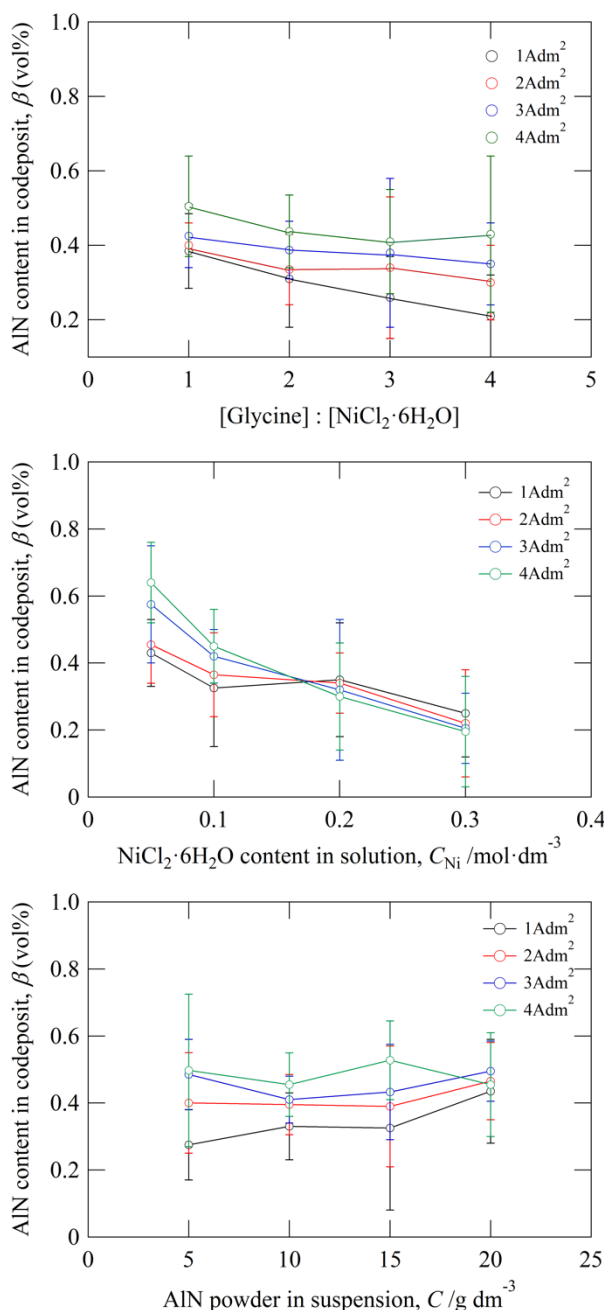


Fig. 2 グリシン浴を用いた複合電析膜中のAIN体積含有率に対する(a) : 上 ニッケル-グリシン比, (b) : 中 ニッケル濃度, (c) : 下 浴中粉体濃度の影響

次に Fig. 2(b)より Ni²⁺濃度の増加とともに AIN 含有量は減少することがわかる。また Fig. 2(c)より、めっき浴中の AIN 濃度は今回検討した濃度範囲では膜中 AIN 含有率にはあまり影響しないことがわかる。ここでも電流密度が高いほど含有率は高くなったが、電流密度が 3 A dm⁻² 以上では試料のエッジ部にめっきの焼けが見られた。実際のめっきでは凸部が多い複雑な形状のワークが考えられるため、AIN 含有率からは不利であるが、電流密度は 1 A dm⁻² でめっきを行うことが安全であると考えられる。また、Fig. 2の結果をまとめると、Ni 濃度 0.1 mol dm⁻³, グリシン濃度 0.2 mol dm⁻³, AIN 濃度 10 g dm⁻³ が最適浴組成と決定した。

Fig. 3 はこれらの条件で目標 10 μm めっきした試料の断面形態を示す。図中 a-c は上面, e-g は下面, d および h は左右の面の代表的な形態を表している。めっき厚さにはバラつきがあり、上面と下面の中央部で薄く、両側面で厚いが、AIN の分布 (図中黒い点) はどの場所でも均一であることが確認できた。

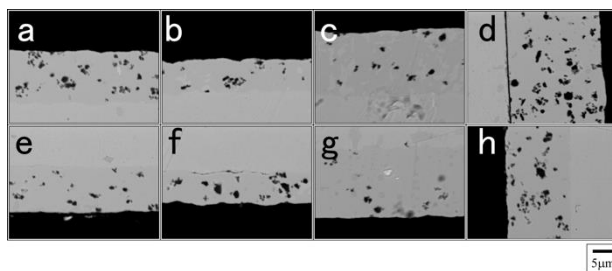


Fig. 3 グリシン浴を用い、目標膜厚 10 μm めっきした試料の断面形態 (Ni 濃度 0.1 mol dm⁻³, グリシン濃度 0.2 mol dm⁻³, AIN 濃度 10 g dm⁻³ が、カソード電流密度 1 A dm⁻², a-c は上面, e-g は下面, d および h は左右の面)

3.3 Ni-Al 複合めっきステンレス鋼の熱処理

Fig. 4 は前節で決定した浴および電解条件で SUS304 ステンレス鋼上に 10 μm 複合めっきを行い、さらにめっき試料を Ar-8 vol% H₂ 中 1000°C において 3 および 70 h 焼鈍処理した試料の断面マイクロ組織および断面方向元素分析結果を示す。

3 h 処理の場合、めっき膜には黒く見える AIN が残存しており、Ni₃Al 化反応および脱窒素反応はほとんど進んでいないことがわかる。一方、3-17 μm の範囲では Fe, Ni の濃度勾配がみられ、これは Fe と Ni の相互拡散が進行したことを示している。70 h の場合も Ni₃Al 化反応および脱窒素反応は認められず、一方 Fe, Ni, Cr の相互拡散はさらに進行している。この結果より、AIN

はめっき膜に多く均一に分散するものの、その化学的安定のため、 Ni_3Al 形成のための出発原料としては好ましくないことがわかった。

4 まとめ

直径 $1\ \mu\text{m}$ 程度の微細な AlN 粉末を用いた Ni-AlN 複合めっきと熱処理実験を行った結果、以下の結論を得た。

(1) Ni_3Al の組成に相当する Al を 25 at% 含有する複合めっき膜を得るための、 AlN 粉末表面処理条件、複合めっき条件を見出した。

(2) 還元雰囲気中で Ni-AlN 複合めっき膜を熱処理しても Ni_3Al 化反応および脱窒素反応はほとんど進まず、一方、基板のステンレス鋼中の Fe 、 Cr 、 Ni とめっき膜中の Ni の間の相互拡散が進行することがわかった。

文献

- (1) 小林由則, 安藤喜昌, 加藤達雄, 西浦雅則, 富田和夫, 眞竹徳久, 三菱重工技報, 48, 2001, p16-21.
- (2) 佐藤彰洋, 松永康夫, 吉澤廣喜, 高橋耕雲, 森信儀, 石川島播磨技報, 47, 2007, p1-6.
- (3) Y. Wu, S. W. Li, G. M. Song, Y. M. Wang, T. Narita, *Oxid. Metals*, 74, 2010, p283-303.
- (4) 林秀考, 表面技術, 57, 2006, p466-470.
- (5) R. Bazzard, P. J. Boden, *Trans. Inst. Metal Finish.*, 50, 1972, p63-69.
- (6) H. Liu, W. Chen, *Surf. Coating. Tech.*, 191, 2005, p341-350.
- (7) H. Liu, W. Chen, *Intermetallics*, 13, 2005, p805-817.
- (8) H. Liu, W. Chen, *Corros. Sci.*, 49, 2007, p3453-3478.
- (9) A. Hoverstad, L. J. J. Janssen, in *Modern Aspect of Electrochemistry No. 38*, 2005, p.475.

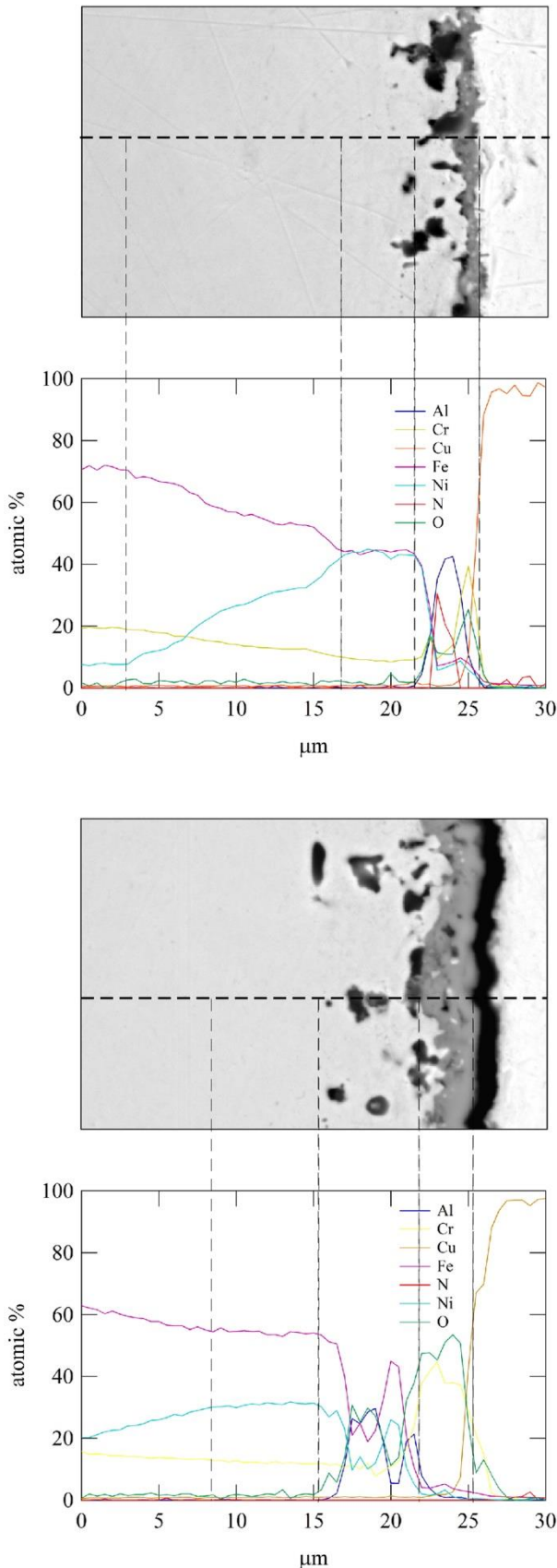


Fig.5 1000°Cで3(上),70h(下)熱処理した試料の断面マイクロ組織および断面方向元素分析結果

積雪寒冷地域における道路構造物の高度化・長寿命化 に関する研究

川瀬 良司^{*1}, 小室 雅人^{*2}, 栗橋 祐介^{*2}, 岸 徳光^{*3}

1 はじめに

我が国では、高度経済成長期に数多くの橋梁が建設されており、今後耐用年数を超過した橋梁が増大する。このような橋梁を安全に供するためには、劣化診断技術や合理的な補強・補修法の確立が非常に重要となる。

近年、既設橋梁の合理的な維持管理に向けて構造ヘルスマニタリング (SHM) に関する研究が盛んに行われている。著者らもこれまで北海道内の橋梁を対象に振動実験を実施し、固有振動数や振動モードを特定するとともに、有限要素法による固有振動解析結果との比較によって橋梁の健全度評価を行ってきた¹⁾。一方で著者らの既往の研究では、直線橋を対象とした場合が多く曲線橋に関する検討²⁾はほとんど実施していない。

このような観点より、本研究では、既設曲線鋼桁橋を対象に、今後の維持管理を念頭に現時点における固有振動特性の評価を目的として振動実験を実施した。

2 橋梁概要

本研究で対象とした橋梁は、北海道上川郡にある曲線橋 (橋長 79 m, 曲線半径 $R \approx 110$ m) であり、昭和 49 年に竣工された二径間連続非合成曲線鋼桁橋である。図 1 には対象橋梁主径間部の一般図を示している。橋梁は主桁が 3 本で構成されており、床版には 6 % の横断勾配が付いている。

*1: 株式会社 構研エンジニアリング

*2: 室蘭工業大学 暮らし環境系領域

*3: 釧路工業高等専門学校

表 1 には、振動実験を実施した主径間部の橋梁諸元を示している。

表 1 対象橋梁の諸元

型 式	二径間連続非合成曲線鋼桁橋
支 間	79 m (39.5 + 39.5 m)
全 幅	9.2 m (0.6 × 2 + 4 × 2 m)
竣 工	昭和 49 年 (1974 年)

3 振動実験の概要

3.1 振動計の配置

本実験では、橋梁全体系の振動特性を可能な限り精度よく把握するために、図 1 に示すようにサーボ型振動計を設置した。ここでは、曲げおよびねじり振動モードを特定するために上・下流側の地覆部に計 34 点 (感度方向: 鉛直方向)、橋軸方向および橋軸直角方向の振動特性を確認するために、P1-P2 径間中央に計 6 点 (感度方向: 橋軸方向および橋軸直角方向) に振動計を設置した。

3.2 実験方法

実験は、常時微動および大型車両通行後の自由振動状態における加速度データを収録することとした。橋梁振動は重量調整された大型車両 (20 ton ダンプトラック) を幅員中央部に走行させることによって励起させることとし、車両の走行速度を 30, 40, 50 km/h と変化させて実施した。なお、大型車両通過後は速やかに交通規制を行い、他の交通振動を排除することによって自由振動状態を確保した。写真 1 には、大型車両による実験状況を示している。

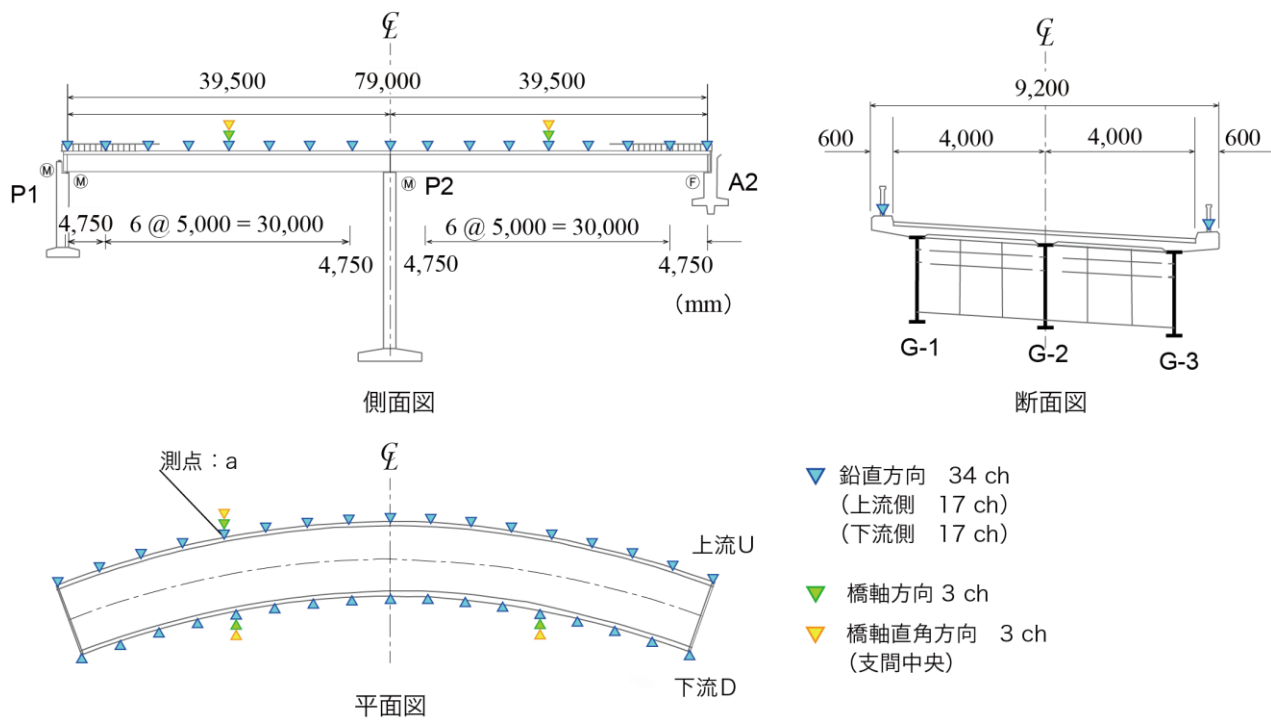


図 1 一般図および振動計配置図



写真 1 大型車両による実験状況

3.3 振動数の決定方法

実測加速度波形を用いた固有振動モードおよび固有振動数の決定方法は、以下の過程に基づいて実施した。すなわち、

- 1) 常時微動状態、および大型車両通過後の自由振動状態における全加速度波形を収録する。
- 2) 全測点の収録波形に関する 81.92 秒間について FFT 処理を施し、フーリエスペクトルを求める。
- 3) 主要な測点において計測された応答波形のフーリエスペクトルから固有振動数と考え

られる卓越振動数を抽出し、フーリエスペクトル、位相スペクトル分布を用いて波形を生成する。

- 4) 固有振動モードを求めるために、3) で求めた各測点における卓越振動数近傍のフーリエスペクトル、位相スペクトル分布を用いて波形を生成する。
- 5) 4) で求められた各測点の加速度波形について、振幅の大きい測点の波形を基準にして 1/8 周期毎に橋軸方向全測点における振幅値を用いて振動モードを求め、モードの節および腹の位置が各周期で移動せず、振動モードが連成していないことを確認し、固有振動モードを決定する。

4 数値解析の概要

数値解析モデルは建設当時の設計図書を参考に可能な限り詳細にモデル化を行った。図 2 には、数値解析に用いた有限要素モデルを示している。主桁などの鋼材部には 4 節点シェル要素、RC 床版部には 8 節点ソリッド要素を用いた。なお、高欄や橋脚、橋台に関しては、振動特性に及ぼす影響が小さいと考えられることからモデル化を省略

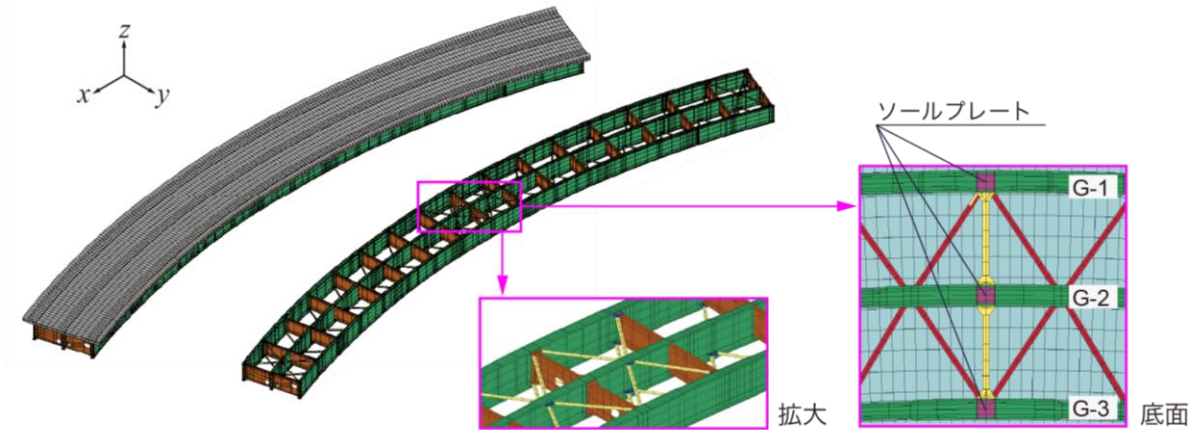


図2 有限要素モデル

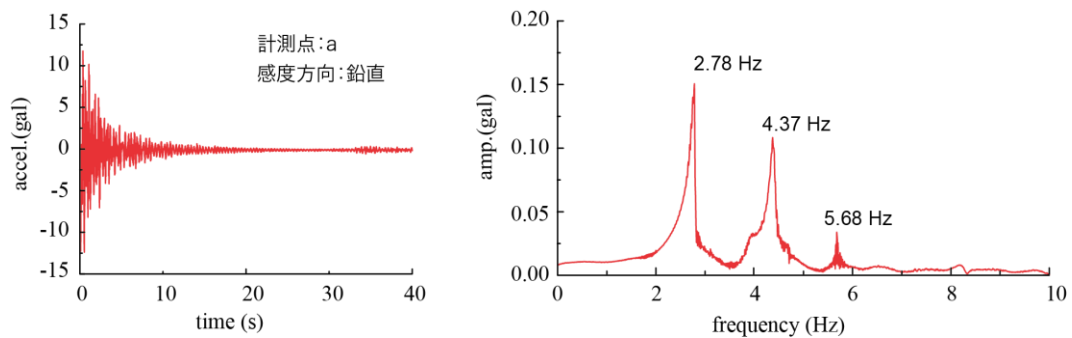


図3 加速度波形の一例とそのフーリエ振幅 (V = 50 km/h)

した。総節点数および総要素数はそれぞれ 36,444, 29,211 である。

境界条件は、図2に示すようにソールプレートの節点に与えた。また、設計条件に基づき、P1-P2 橋脚の支承を理想的な可動支承とし、A2 橋脚の支承を固定支承とした。なお、数値解析には構解析用汎用プログラム ABAQUS³⁾ を使用した。

5 実験結果と数値解析結果および考察

5.1 計測加速度波形とフーリエスペクトル

図3には、実験結果の一例として、大型車両通行後 (V = 50 km/h) に測点 a で計測された 40 秒間の加速度波形と、その加速度波形から得られたフーリエ振幅を示している。なお、スペクトル解析には 16,384 個のデータ (81.92 秒間) を使用した。

図より、最大加速度振幅は 12 gal 程度であるこ

とが確認できる。また、加速度波形から得られたフーリエ振幅には、複数の卓越振動数が存在することが分かる。これらの卓越振動数や位相スペクトルを用いて固有振動モードおよび固有振動数の特定を行った。

5.2 振動モード分布

図4には、図3に示した加速度スペクトルをもとに特定された振動モードを示している。全ての振動モードは上流側の最大振幅が 1 となるように正規化している。図中の点線は、基準となる上流側の正規化振幅を示している。なお、曲げ振動のモード分布は全て上流側の加速度波形を用いて算定したものである。

図4より、いずれのモード分布においても節と腹が明確に現れており、各固有振動モードに対応するものであることが分かる。また、各固有振動モードに着目すると、最低次固有振動モードである曲げ 1 次振動モード (a 図) に関しては、側径

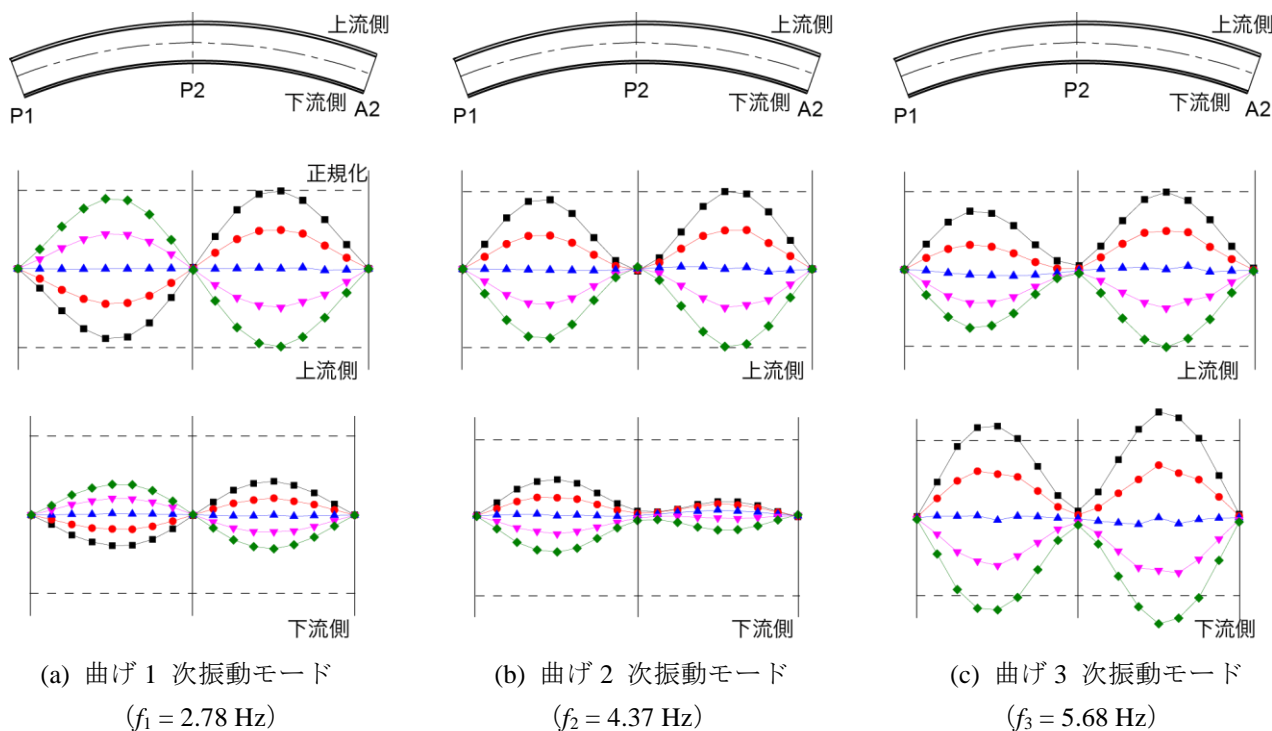


図4 振動モード分布 (V = 50 km/h)

表2 固有振動数の比較

固有振動モード	実験結果			数値解析結果	
	V = 30 km/h	V = 40 km/h	V = 50 km/h	設計条件	固定条件
曲げ1次振動	2.80 Hz	2.80 Hz	2.78 Hz	2.31 Hz	3.83 Hz
曲げ2次振動	4.39 Hz	4.38 Hz	4.37 Hz	3.48 Hz	4.19 Hz
曲げ3次振動	5.69 Hz	5.69 Hz	5.68 Hz	4.44 Hz	5.00 Hz

間の振幅がほぼ対称のモード分布を呈している。また、上下流側の振幅を比較すると上流側の方が大きい。一方、曲げ2次の振動モード (b 図) と曲げ3次振動モード (c 図) の場合には、側径間において必ずしも対称性を満足していないことが分かる。曲げ2次振動モードでは上流側では P2-A2 橋脚間が下流側では P1-P2 橋脚間の振幅が大きくなっている。また、上・下流側の振幅を比較すると、曲げ1次振動モードと同様に上流側の方が大きい。

図5には、実験結果と固有振動解析結果を比較して示している。また、図6には固有振動解析結果から得られた振動モード (変形倍率は3500倍) を示している。

図5(a)に示す曲げ1次振動モードに着目すると、実験結果と解析結果が非常に一致しているこ

とが分かる。(b) 図に示す曲げ2次振動モードに着目すると、P2-A2 間で両者に若干の差は見られるものの、全体的には概ね一致している。一方、実験結果で特定された3次振動モードに関しては数値解析結果では確認されていない。この理由については、現時点では不明であり、今後更なる検討が必要である。また、上流側と下流側の振幅を比較すると、前者の方が後者よりも大きい。これは、曲線桁特有の現象であり、ねじり剛性の影響によるものと考えられる。

5.3 固有振動数

表2には、本実験結果により特定された固有振動数を、固有振動解析結果と比較して示している。表には、設計条件の他に、経年劣化によって可動支承の機能が低下していることも予想されることより、P1-P2 橋脚の支承条件を固定支承に変更し

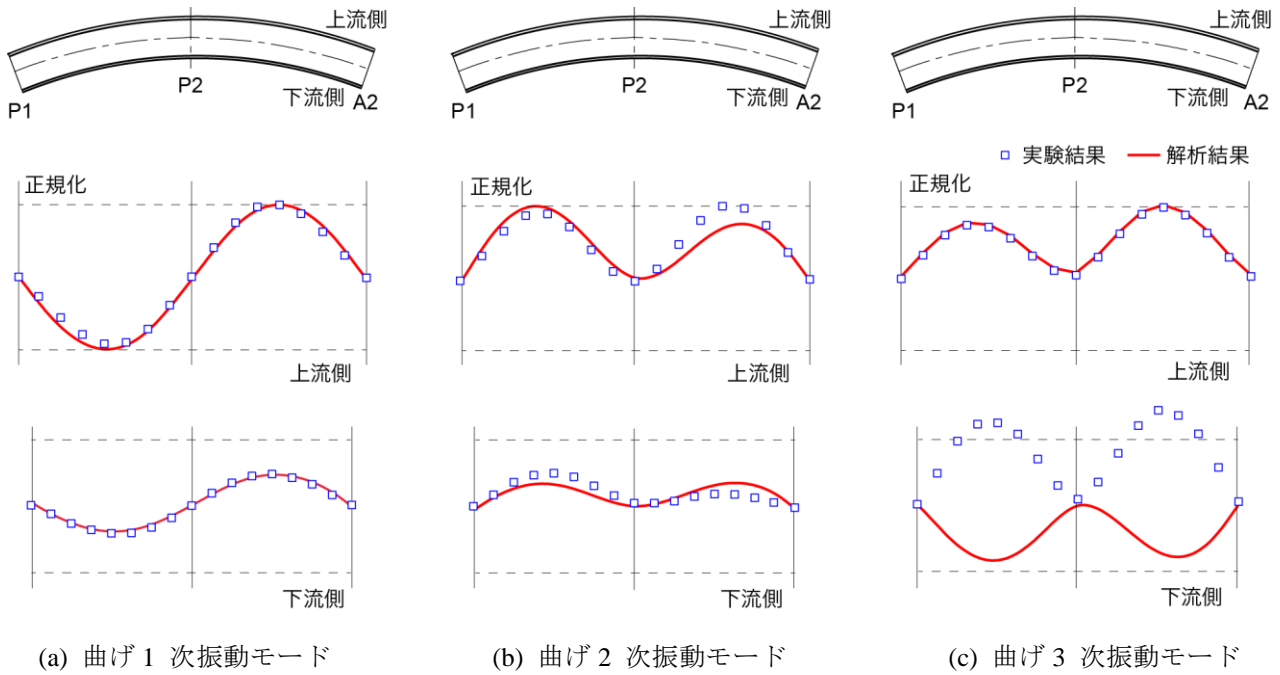


図 5 振動モード分布の比較

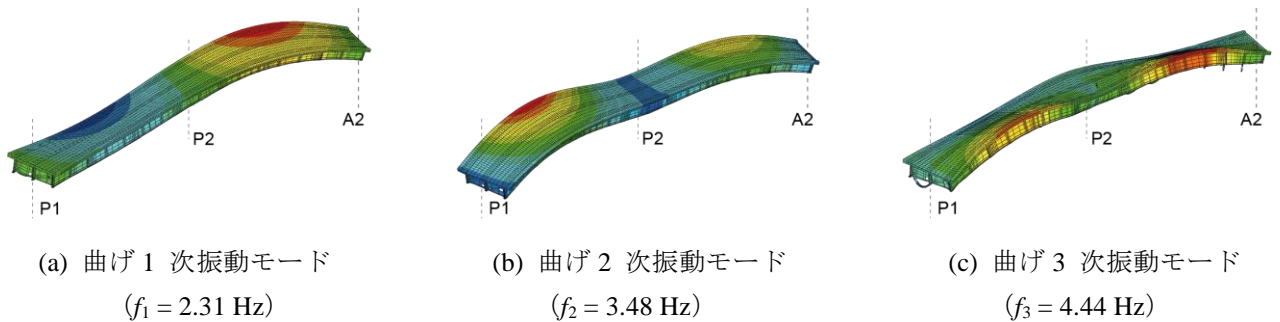


図 6 固有振動解析から得られる振動モード分布 (支承：設計条件)

た場合の結果についても示している。

表より、車両走行速度によらず実験結果はほぼ等しい値を示している。これより、車両走行速度が固有振動数に及ぼす影響は極めて小さいことが分かる。解析結果の固有振動数に着目すると、設計条件の場合には、いずれの振動モードにおいても実験結果よりも小さいことが分かる。一方、P1-P2 橋脚の支承条件を固定支承とする場合には、曲げ 1 次振動モードの固有振動数が実験結果よりも大きく示されており、実橋梁の支承は設計条件と固定支承の間に位置しているものと考えられる。このことは、実際の可動支承には、摩擦抵抗が存在することから、これらの影響を解析モデルに適切に反映させる必要があることを示唆してい

る。

6 まとめ

本研究では、供用開始後約 42 年が経過した二径間連続非合成曲線鋼桁橋を対象に、今後の維持管理の観点から固有振動特性の把握を目的に振動実験を実施した。

本研究の範囲内で得られた結果を整理すると、以下の通りである。

- 1) 車両走行後の振動計測により、低次の固有振動数および振動モード分布を特定した。
- 2) また、車両の走行速度が固有振動数に与える影響は小さいことを実験的に確認した。

- 3) 曲げ振動において上・下流側で振幅が異なることを確認した。

謝 辞

振動実験の実施にあたっては、室蘭工業大学構造力学研究室の学生諸君に多大なるご協力を頂いた。実験データの整理に関しては、同研究室の中谷幸太君（現(株)構研エンジニアリング）にご助力を頂いた。ここに深く感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 西 弘明, 佐藤 京, 小室雅人, 岸 徳光: 供用後 73 年経過した旭橋の固有振動特性評価に関する一考察, 鋼構造年次論文報告集, 15, 269-276, 2007.
- 2) 西 弘明, 佐藤 京, 岡田慎哉, 小室雅人, 岸 徳光: 曲線箱桁橋の固有振動特性評価に関する実験的・解析的研究, 鋼構造年次論文報告集, 16, 317-324, 2008.
- 3) ABAQUS Analysis User's Manual, Ver. 6.13, Dassault Systèmes Simulia Corp.

AFRP 板水中接着工法による構造部材の耐力向上効果 に及ぼす水中接着樹脂の影響

三上 浩*1, 栗橋 祐介*2, 小室 雅人*2

2 実験概要

1 はじめに

近年、耐震設計法の改定によって既設鉄筋コンクリート (RC) 橋脚を対象とした補強工事が盛んに行われている。また、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場合には、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。このため、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、未だ限定的にしか実施されていないのが現状である。そのため、仮締切工事が不要な安価で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 板を水中硬化型接着樹脂を用いて接着補強する工法を考案し、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やせん断補強した RC 梁に関する静載荷実験を行い、気中接着と同程度まで耐力を向上可能であることを明らかにしている^{1) 2)}。しかしながら、水中での施工が可能な接着樹脂の種類を変化させた場合に関する補強効果の検討は未だ行われていないのが現状である。

このような背景より、本研究では接着樹脂の種類を変化させて水中接着曲げ補強した場合の補強効果の検討を目的に、AFRP 板を用いて水中接着曲げ補強した RC 梁の静載荷実験を行った。

2.1 試験体概要

表-1 には、本実験に用いた試験体の一覧を示している。

試験体数は、無補強試験体に加え、施工・養生環境および水中接着に用いる樹脂を変化させた試験体の全 4 体である。試験体名の内、第 1 項目は施工・養生環境 (N: 無補強, A: 気中, W: 水中) を示し、第 2 項目の数字は AFRP シートの繊維目付量 (単位: g/m²) を示している。また、第 3 項目の英字は水中硬化型接着樹脂の種類 (A: 水中硬化型 A, B: 水中硬化型 B) を示している。

2.2 補強材の RC 梁への接着方法および実験方法

気中接着補強は、あらかじめ梁底面のシート接着部にプライマー処理を施した後に、汎用のエポキシ系接着樹脂を梁底面に塗布し、事前含浸した AFRP シートを接着することで実施した。水中接着補強は、気中で AFRP 板と水中硬化型接着樹脂を一体化させ、大型水槽内に設置した RC 梁の所定の位置に配置し、圧着した状態で 5 日間程度水中養生する工程で実施した。なお、接着部のコンクリート表面にはショットブラスト処理 (処理深さ 1 mm 程度) を施し、AFRP 板の接着面には、5 号珪砂による砂付処理を施している。水中接着は、接着樹脂の可使用時間 (30 分程度) 内に接着作業を完了し、樹脂の厚さは圧着後 3 mm 程度になるように施工した。

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、十分な水中養生を行った後に試験体を水槽から引き揚げ、直ちに行うこととしている。本実験の測定項目は、荷重、スパン中央部の変位 (以後、変位)、および AFRP シート各点の軸方向ひずみ (以後、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。

*1: 三井住友建設 (株)

*2: 暮らし環境系領域 社会基盤ユニット

表-1 試験体の一覧

試験体名	施工・養生環境	繊維目付量 (g/m ²)	接着樹脂	計算曲げ 耐力 P_u (kN)
N	気中	-	-	55.3
A-A415		415	汎用エポキシ系	84.8
W-A415-A	水中硬化型 A			
W-A415-B	水中硬化型 B			

表-2 AFRP シートの力学的特性値 (公称値)

繊維 目付量 (g/m ²)	保証 耐力 (kN/m)	厚さ (mm)	引張 強度 (GPa)	弾性 係数 (GPa)	破断 ひずみ (%)
415	588	0.286	2.06	118	1.75

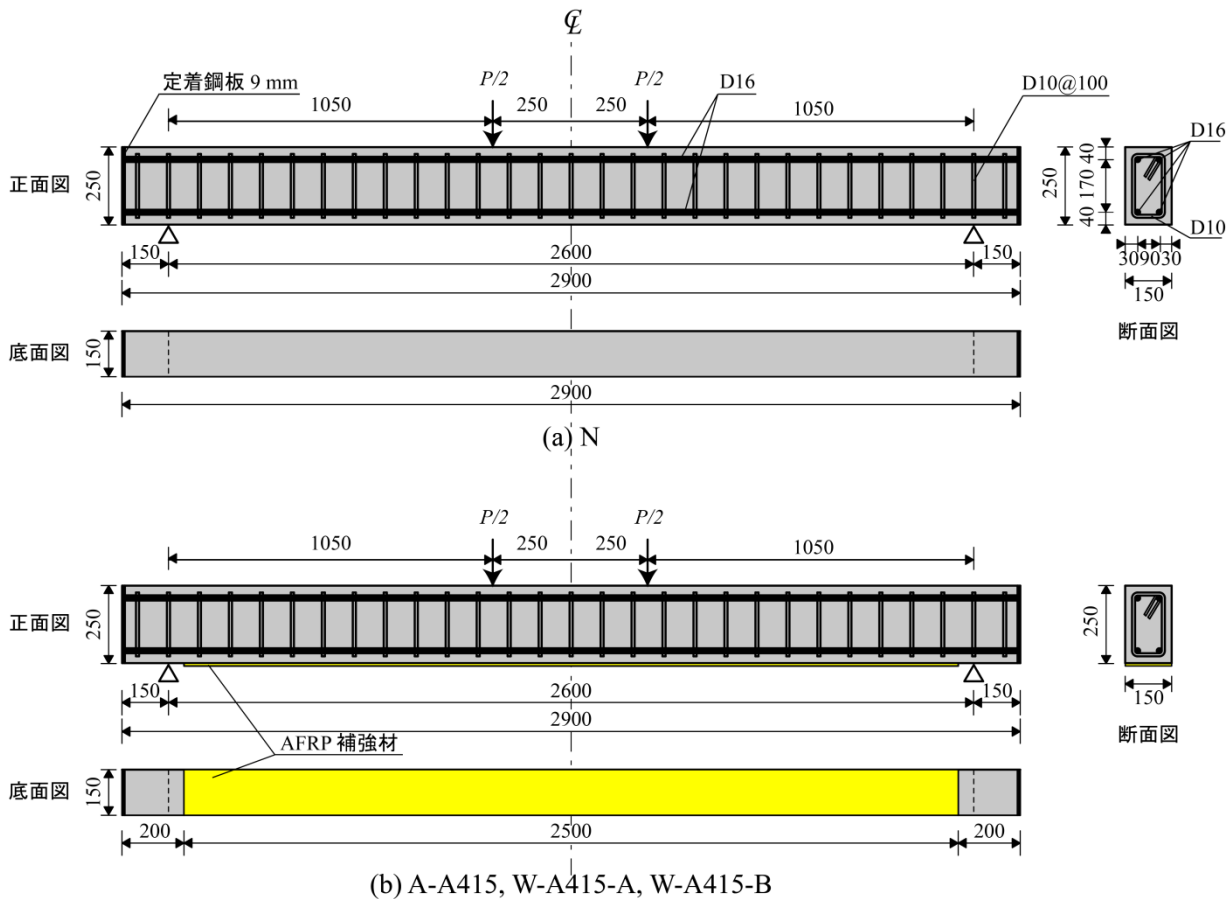


図-1 試験体の形状寸法, 配筋状況および補強概要

2.3 接着樹脂の性能比較

表-3, 表-4 には, 水中硬化型接着樹脂の性状を一覧にして示した. 本研究に用いた水中硬化型接着樹脂は 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. 本研究では水中での接着

に用いた水中硬化型接着樹脂の圧縮強度試験を行った. 圧縮強度試験に用いる供試体は JIS K 7181 に準拠し, 直径 $\phi = 25$ mm, 高さ $H = 50$ mm の円柱供試体を作製した.

円柱供試体は $\phi 25$ の塩ビパイプを 50 mm の長

表-3 水中硬化型樹脂 A

項目	主剤	硬化剤	混合物
主成分	エポキシ樹脂	ポリアミドアミン	
外観	白色パテ状	暗灰色パテ状	灰色パテ状
混合比	主剤：硬化剤 = 1：1		
可使時間	30 分 (25 °C)		
初期硬化	約 2 時間		

表-4 水中硬化型樹脂 B

項目	主剤	硬化剤	混合物
主成分	エポキシ樹脂	ポリアミドアミン	
外観	灰白色パテ状	暗緑色パテ状	灰色パテ状
混合比	主剤：硬化剤 = 1：1		
可使時間	30 分 ± 10 分 (23 °C, 500 g, 水を付けて混合)		
初期硬化	約 12 時間 (20 °C)		

さに切断し、既定の水分量となるよう水を加えて練り混ぜた水中硬化型接着樹脂を充填することにより、各水中硬化型接着樹脂につき 3 体ずつ作製した。供試体の圧縮試験は圧縮試験機を用いて行った。圧縮試験の測定項目としては圧縮試験機のロードセルにて圧縮強度を、供試体側面に貼り付けたひずみゲージにて縦ひずみを測定した。載荷試験後には応力-ひずみ関係より弾性係数を算出し、水中硬化型接着樹脂の性能比較を行った。

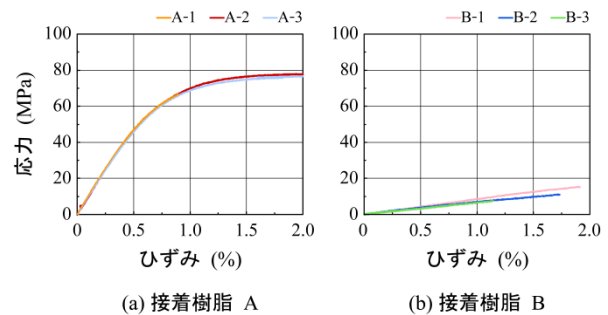


図-2 各試験体の応力-ひずみ関係

3 実験結果

3.1 接着樹脂の圧縮強度試験結果

図-2 には水中硬化型接着樹脂の圧縮強度試験にて計測した応力-ひずみ関係を示している。水中硬化型接着樹脂 A と水中硬化型接着樹脂 B を比べると初期勾配が大きく異なっている。これより、材料の弾性係数には大きな違いがあると分かる。表-5 には水中硬化型接着樹脂の圧縮強度および弾性係数を一覧にして示している。水中硬化型接着樹脂 A は弾性係数の平均値が 9.84 GPa 程度であるのに対し、水中硬化型接着樹脂 B は 0.68 GPa 程度となっており、圧縮強度よりも弾性係数に大きな違いがあることが分かった。

3.2 RC梁試験体の荷重-変位関係

図-3 には、RC 梁試験体の荷重-変位関係に関する実験結果および計算結果を示している。計算結

果は、土木学会コンクリート標準示方書³⁾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、N 試験体は荷重が 55 kN 程度まで増加した後に主鉄筋が降伏し、変位が増加している。一方、気中および水中で補強した試験体を見ると鉄筋が降伏した後も変位と共に荷重が増加していることが分かる。各試験体ごとに計算結果と実験結果を比較すると、A-A415 試験体は計算結果と同様の性状を示しており、主鉄筋降伏後の剛性勾配も概ね一致している。また、計算結果の上縁コンクリート圧壊後も荷重が増加し、90 kN 程度に到達した後にシーートの剥離によって終局を迎えている。W-A415-A 試験体および W-A415-B 試験体では、主鉄筋降伏後の剛性勾配は計算結果と概ね一致していることが分かる。しかし、両試験体とも計算結果を下回る荷重で上縁コンクリートが圧壊し、変位が 50 mm 程度

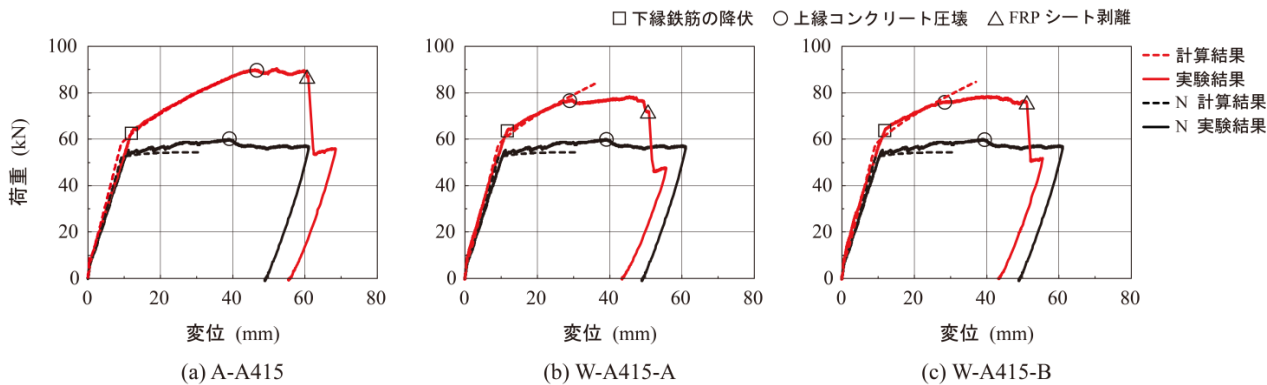


図-3 RC 梁試験体の荷重-変位関係の実験および計算結果の比較

表-5 水中硬化型接着樹脂の圧縮強度，弾性係数

樹脂の種類	供試体番号	圧縮強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)
水中硬化型 A	1	79.8	10.3
	2	78.1	9.64
	3	77.8	9.61
	平均値	78.6	9.84
水中硬化型 B	1	47.6	0.77
	2	42.7	0.63
	3	40.5	0.63
	平均値	43.6	0.68

でシートの剥離が発生し終局を迎えている。これは、水中に梁を浸漬することによりコンクリートの圧縮強度が低下し、早期に圧壊が発生していることによるものと考えられる。尾上らの研究では、湿潤時のコンクリートの圧縮強度は乾燥時よりも約 10 ~ 20 % 程度低下することを明らかにしており⁴⁾、施工・養生環境が水中であること、補強前に試験体を長時間水没させていること、水中から試験体を取り出して 1 日程度以内に載荷試験を実施していることから、試験体が湿潤状態にあり早期に圧壊が発生したものと考察される。

3.3 ひび割れ性状

写真-1 には、AFRP シート補強した各試験体の剥離直前のひび割れ性状を示している。各試験体ごとに見ると、A-A415 試験体は載荷点近傍から発生したせん断ひび割れが梁底面にすりつくように進展し、ピーリング作用を引き起こすことでシートが下げられシートの剥離につながっている。W-A415-A 試験体は 2 本程度の斜めひび割れがピーリング作用を引き起こし、シート剥離が発生していることが分かる。W-A415-B 試験体も W-A415-A 試験体と同様のひび割れ性状を示し、3 本程度の斜めひび割れがピーリング作用を引き起こしている。以上より、



写真-1 剥離直前のひび割れ性状

水中接着した両試験体の剥離直前のひび割れ性状から見た耐荷性状は、ほぼ同様であるものと考えられる。

3.4 ひずみ分布性状

図-4 には AFRP シートのひずみ分布性状を断面分割法による計算結果の各変位時ごとに、実験結果と比較して示している。ここで、中間変位時とは降伏変位時と終局変位時の中間の変位時のことである。

実験結果と計算結果を比較すると、計算降伏変位時にはどの試験体も両者はほぼ一致している。計算中間変位時および計算終局変位時にはどの試験体も計算結果より低い値を示している。これは、圧壊が発生した時点で計算は終了するが実験では圧壊が早

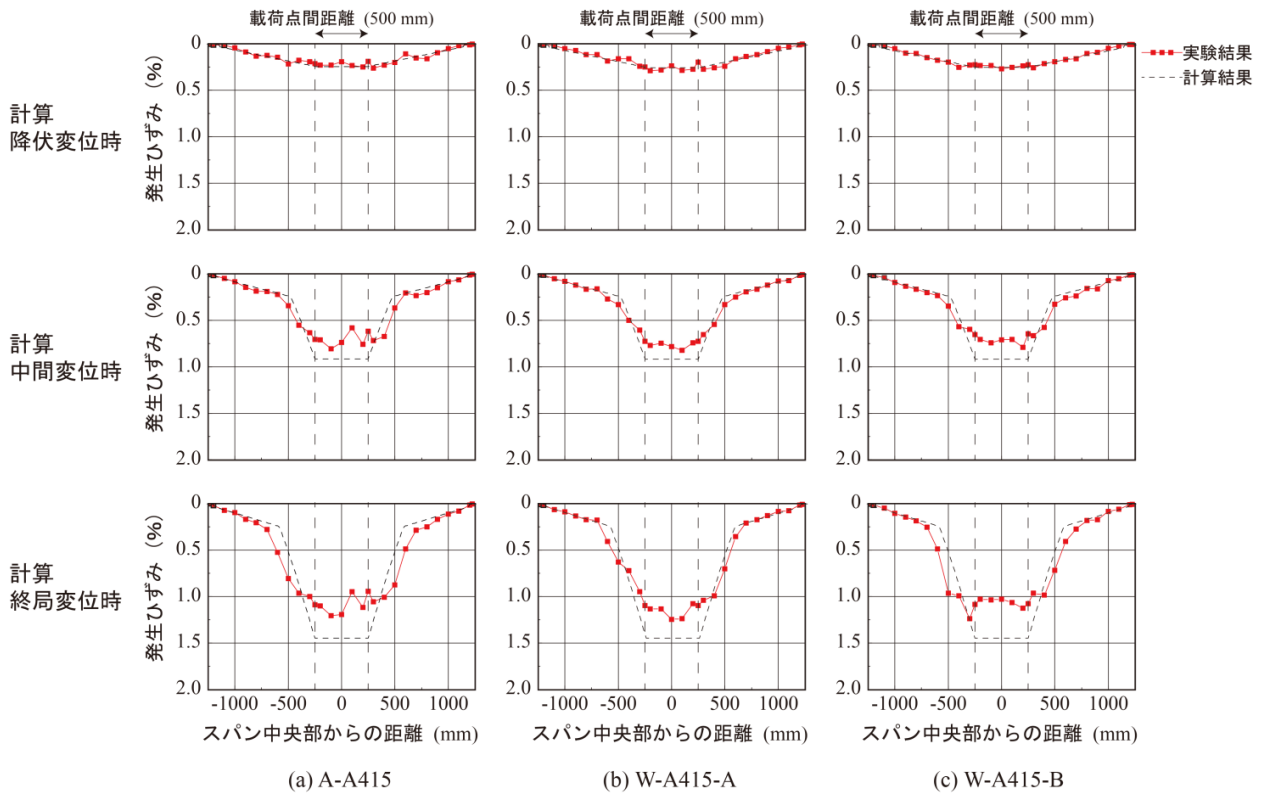


図-5 各変位時における AFRP シートのひずみ分布

期に発生していることや荷重点外にもひび割れが発生していることが原因の一つと考えられる。

各試験体ごとにひずみ分布を比較すると、どの試験体も大きな差は見られないが、W-A415-B 試験体の計算中間変位時および計算終局変位時を見ると計算結果よりもひずみの分布範囲が広がっている。これは、W-A415-B 試験体の接着に用いた水中硬化型接着樹脂 B の弾性係数が低いことより、シートと梁底面の間でひずみの均一化が発生し、分布範囲が広がったものと推察される。これは、弾性係数が比較的近い汎用のエポキシ樹脂を用いた A-A415 試験体と W-A415-B 試験体のひずみの分布範囲が類似していることからもうかがわれる。

4 まとめ

本研究では水中硬化型接着樹脂を変化させた場合における耐荷性状の検討を目的として、水中硬化型接着樹脂と AFRP 板を用いて水中接着曲げ補強した RC 梁に対して静荷重実験を行った。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) 水中硬化型接着樹脂の圧縮強度試験の結果、水

中硬化型接着樹脂 A および水中硬化型接着樹脂 B には弾性係数に 10 倍以上の大きな差異が認められた。

- 2) 補強した試験体の曲げ荷重試験の結果、水中に長期間浸漬し、水中で施工・養生した試験体は圧縮強度が低下し、圧壊が早期に発生する可能性がある。
- 3) 物性の異なる水中硬化型接着樹脂を接着に使用した場合でも RC 梁の耐荷性状に大きな差はない。

今後は、RC 梁の他、H 形鋼梁に適用する場合についても検討し、提案工法の汎用性を向上させることにより、種々の既設構造物のメンテナンスの高度化に貢献することができるものと考えている。

参考文献

- 1) 三上 浩, 岸 徳光, 栗橋祐介: 水中硬化型接着樹脂と AFRP 板を用いて水中補強した RC 梁の静荷重実験, コンクリート工学年次論文集, Vol.32, pp.1327-1332, 2010.
- 2) 杉本成司, 栗橋祐介, 三上 浩, 岸 徳光: AFRP 帯

で水中接着せん断補強した RC 梁の耐荷性状, コンクリート工学年次論文集, Vol.36, pp.1183-1188, 2014.

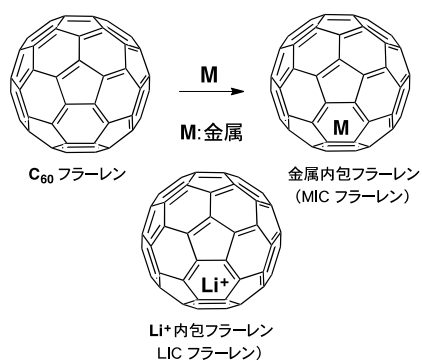
- 3) 土木学会: コンクリート標準示方書[設計編], 土木学会, 2012.
- 4) 尾上幸造, 松下博通: 液体浸漬によるコンクリートの静的圧縮強度低下に関するエネルギー的考察, 土木学会論文集E, Vol.64 No.4, 515-525, 2008. 10.
- 5) アラミド補強研究会: アラミド繊維シートによる鉄筋コンクリート橋脚の補強工法設計・施工要領(案), 1998.
- 6) 土木学会: 連続繊維シートを用いたコンクリート構造物の補修補強指針, コンクリートライブラリー101, 2000.

リチウムイオン内包フラーレン誘導体の 生物活性に関する研究

中野 博人*1, 笠間 泰彦*2, 権 根相*3

1 はじめに

C_{60} フラーレン¹⁾は、直径約 1 ナノメートル (10 億分の 1 メートル) 中空のかご状炭素分子であり、二重結合性と芳香族性を併せもち、Van der Waals 力でフラーレン同士が弱く静電結合している。その C_{60} フラーレンに金属が内包された金属原子内包 C_{60} フラーレン (MIC フラーレン) の中で、リチウム (Li) イオン (Figure 1) が内包された金属原子内包 C_{60} フラーレン (LIC フラーレン) は、電子供与体である Li 原子と電子受容体である C_{60} フラーレンのカゴとの間で電荷

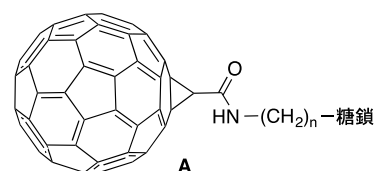


移動が起こり、Li 原子は正に、 C_{60} フラーレンは負に帯電している。また、Li—フラーレン間に静電相互作用が働き、Li 原子はフラーレンの中心からずれ、カゴのそばにその安定点をもつ特異な興味深い化学的特徴を

有する。²⁾ LIC フラーレンは、2010 年にその単離と構造決定が報告されて以来、新規機能性ナノ材料として、医療材料、光学部品、情報、および電子部品などの幅広い分野でその応用が期待されている。

近年、金属内包フラーレンの医療材料としての利用が特に興味をもたれており、MRI 造影剤³⁾ (ガドリウム (GdC_{60} フラーレン): ガドリニウムは毒性が強いためキレート (金属イオン封鎖剤) で囲い込んで投与しているが、キレートの代わりにフラーレンに内包することで従来の 20~30 倍の造影効果を得られる) やがん放射線治療 (中性子捕捉療法⁴⁾ (BC_{60} フラーレン): がん細胞にホウ素やガドリウム内包フラーレンを取り込ませ、中性子線を照射。ホウ素から発生する α 線や γ 線ががん細胞を攻撃する) などが報告されている。

本研究では、これまでその機能性の詳細が解明されていない LIC フラーレン誘導体と糖鎖が連結した化合物 A を合成し (Figure 2), その生物活性・機能評価を行うことを計画した。具体的には、LIC フラーレンの遠赤外線領域に吸収波長帯を持つ特性を利用した活性酸素種の発生と腫瘍細胞に対する生物活性評価を行うことを立案した。すなわち、Li 内包フラーレンをがん腫瘍に直接導入したのち、もしくは静脈注射などによって体内に導入の上がん細胞に蓄積させたのち、光を照射することで活性酸素を発生させ、



がん細胞を殺傷して、がんの治療を行う光照射によって活性酸素種を発生する能力を有する光線力学的治療法 (photodynamic therapy: PDT) における PDT 薬剤 A

*1: 暮らし環境系ユニット

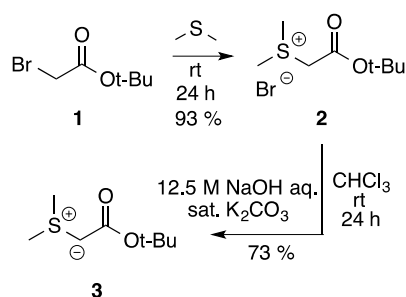
*2: アイデア・インターナショナル株式会社

*3: 東北大学大学院理学研究科巨大分子解析センター

の合成を検討した。

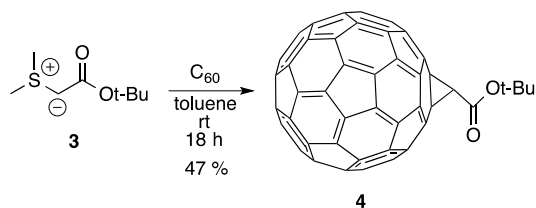
2 結果と考察

PDT 薬剤候補化合物の合成経路を確立することを目的として、糖鎖との連結に必要な Li イオンを内包していない C₆₀ フラーレン誘導体の合成を検討した (Scheme 1)。最初に、C₆₀ フラーレンと連結させるために必要なイリド 3 の合成を行った。ブロムエステル 1 とジメチルスルフィドとの反応により、チオイリド前駆体 2 を 93% の高収率で得た。次に、化合物 2 を NaOH 水溶液で処理することにより C₆₀ フラーレンと連結させるイリド 3 を 73% の高収率で得ることができた。



Scheme 1

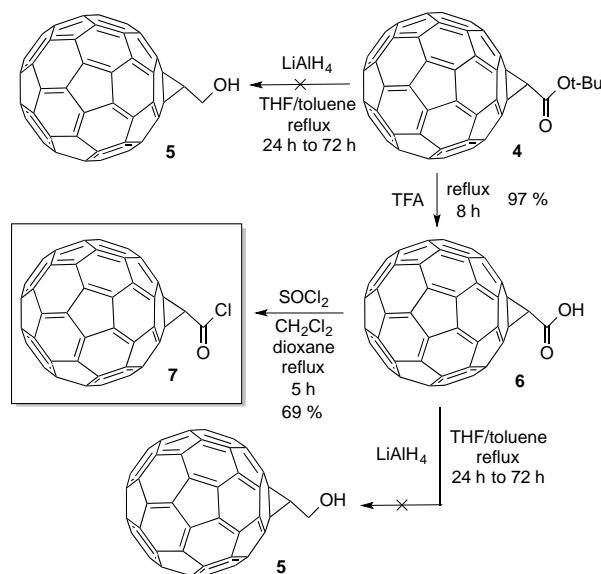
次に、C₆₀ フラーレンに糖鎖との連結に必要な官能基を導入することを目的として、得られたイリド 3 と C₆₀ フラーレンとの環化付加反応を検討した (Scheme 2)。様々な反応条件下で検討した結果、トルエン溶媒中、室温で 18 時間反応を行うことによりイリド 3 と C₆₀ フラーレンとが結合した環化付加体 4 を 47% の中程度の収率で得ることに成功した。



Scheme 2

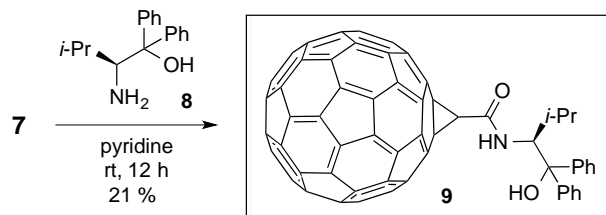
得られたエステル 4 から糖鎖との連結が可能なアルコール 5 および酸塩化物 7 への誘導を検討した (Scheme 3)。最初に、化合物 4 からアルコール 5 への誘導を LiAlH₄ を用いるエステルの還元反応を用いて行った。しかしながら、高温下での反応でさえも反応は進行せず、目的の 5 を得ることはできなかった。そのため、エステル 4 をカルボン酸 6 へ誘導後、LiAlH₄ を用いる 5 への還元反応を検討した。エステル 4 からカルボン酸 6 への加水分解は、トリフルオロ酢

酸 (TFA) を用いる酸性条件下で容易に進行し 97% の高収率で目的のカルボン酸 6 を与えた。得られた 6 の LiAlH₄ を用いる還元反応を検討した。しかしながら、化合物 4 から 5 への誘導の試みと同様に反応は進行せず、目的の 6 を得ることはできなかった。この結果を考慮し、糖鎖と連結するための化合物として酸塩化物 7 の合成を検討した。すなわち、化合物 7 と塩化チオニルとの反応をジクロロメタン-ジオキサン還流下で 5 時間行ったところ、目的とする酸塩化物 7 を 69% の高収率で合成することができた。



Scheme 3

次に、得られた化合物 7 と糖鎖を連結させるための予備実験として、7 とアミノアルコール 8 との反応を検討した (Scheme 4)。その結果、化合物 7 と 8 との反応をピリジン中、室温で 12 時間行ったところ、目的とするアミド 9 を 21% の低収率ではあるが得ることができた。この結果から、アミノ基をリンカーとして LIC フラーレンを糖鎖に連結可能であることが強く示唆された。現在、得られた酸塩化物 7 と糖鎖との連結反応を検討している。



Scheme 4

3 おわりに

PDT 薬剤となり得る, LIC フラーレンと糖鎖が連結した LIC フラーレン誘導体 A (Figure 2) の合成を目的として本研究を行った。その結果, LIC フラーレンの基礎化合物である C₆₀ フラーレンを用いる基礎実験により, 糖鎖と連結可能な酸塩化物 7 を得ることができ, これを用いるアミン化合物 8 との連結反応により C₆₀ フラーレン-アミン連結体 9 を合成することに成功した。この結果より, LIC フラーレンの酸塩化物を合成し, それと糖鎖との C₆₀ フラーレンを用いた時と同様の反応を行うことによりアミノ基をリンカーとした LIC フラーレン-糖鎖連結体を合成することができると強く期待される。

文 献

- (1) H. W. Kroto, J. R. Heath, S. C. O'Brien, R. F. Curl, R. E. Smalley, *Nature*, **318**, 162-163.
- (2) S. Aoyagi, E. Nishibori, H. Sawa, K. Sugimoto, M. Takata, Y. Miyata, R. Kitaura, H. Shinohara, H. Okada, T. Sakai, Y. Ono, K. Kawachi, K. Yokoo, S. Ono, K. Omote, Y. Kasama, S. Ishikawa, K. Komuro, H. Tobita, *Nature Chemistry*, **2010**, 2, 678-683.
- (3) H. Mikawa, H. Kata, M. Okumura, M. Narazaki, Y. Kanazawa, N. Miwa, H. Shinohara, *Bioconjugate. Chem.* **2001**, 12, 510-514.
- (4) M. Peng, N. Dewi, H. Yanagi, D. Kokuryo, M. Suzuki, Y. Sakurai, Y. Li, I. Aoki, K. Ono, H. Takahashi, H. Cabral, N. Nishiyama, K. Kataoka, *ACS Nano*, **2015**, 9, 5913-5921.

【平成 27 年度 プレ共同研究成果】

タンパク質・ペプチドの定量分析法の開発

庭山 聡美*1, 黒野 定*2

1 はじめに

プロテオミクスという比較的新しい研究分野では、複雑なタンパク質混合サンプル中の一連のタンパク質（プロテオーム）を扱うが、その一連のタンパク質の同定や定量分析がメジャーな研究対象となる。そのためアプローチとして従来最もよく用いられていたのはいわゆる“ショットガン法”と呼ばれ、これは試料タンパク質をトリプシンなどの酵素によりペプチドに分解し、それを質量分析によって同定、定量分析する方法である。この方法は長年の間、いわゆる標準的な方法とされ、生物試料中の数百、数千という数のタンパク質を質量分析法により探知することも可能である。これは例えば血清などの試料からある疾病のバイオマーカーを発見するなどの臨床研究のために役に立っている。しかしこの“ショットガン法”の弱点としては感度が比較的低い事や、再現性に欠けることがある事などが挙げられ、これはシステム生物学などで複数の試料からプロテオームを扱う場合に問題となりうる。近年は“選択反応モニタリング (selected reaction monitoring (SRM))”と呼ばれる方法が“ショットガン法”の欠点を補う方法として用いられるようになってきた。この方法では標的ペプチドを決め、それをモニタリングする事でより正確な定量分析を行うものである。この方法ではより正確な相対定量分析や絶対定量分析が可能となる。

以前我々はシステインの—SH 基と特異的に反応する分子量の比較的小さい有機化合物と、それに対応する ^{13}C や D などの安定同位体標識体と質量分析法の組み合わせにより種々のペプチドやタンパク質の相対定量分析が可能であることをショットガン法によって示したが、本研究ではこのシステイン修飾試薬を選択反応モニタリング (SRM) 法に応用し、タンパク質の絶対定量を試みた。

2 実験及び結果

2.1 実験概略

システインの sulfhydryl (—SH) 基の特異的修飾試薬として iodoacetamide という市販の小さな有機化合物が知られている。SRM 法に用いる小有機化合物として、まずこの誘導体 iodoacetanilide (IAA, **1**)、とその ^{13}C ラベル体 $^{13}\text{C}_7$ -iodoacetanilide (**2**) を合成した (図 1)。

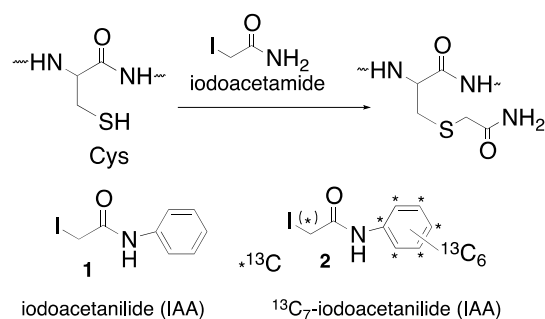


図 1 システインの特異的修飾試薬とその ^{13}C ラベル体

*1: 室蘭工業大学 暮らし環境系領域
*2: 和光純薬株式会社

合成は以下の図のようにして行った。

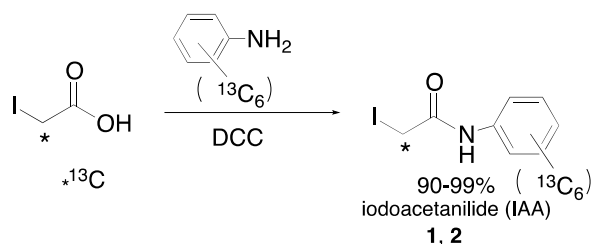


図2 システインの特異的修飾試薬と ^{13}C ラベル体の合成

以下の図には我々の SRM 法によるタンパク質の定量法を示す。タンパク質としては最初に bovine serum albumin (BSA), ovalbumin (OVA), α -lactalbumin (LCA) という 3 種類の市販のタンパク質を選んだ。質量分析は nano liquid chromatography/nanoelectrospray ionization ion trap mass spectrometry (nano LC/nano-ESI-IT-MS) を用いた。

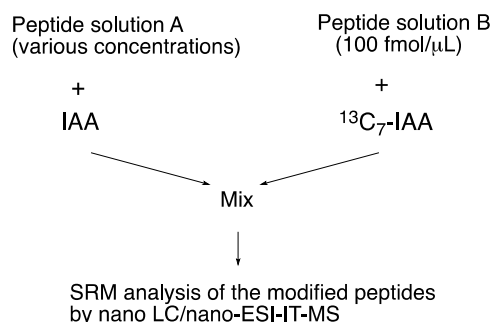


図3 我々の SRM 法によるタンパク質の定量法

この SRM 法ではまずモニタリングの標的となるペプチドを決めなければならないが、それぞれのタンパク質のトリプシン処理で得られたペプチドの MS 及び MS/MS スペクトルを観測することによって、感度が高く、安定したピークを与えるものをそれぞれのタンパク質について選んだ。それらのペプチドのアミノ酸配列は LCVLHEK (BSA)、CVSP (OVA)、CEVFR (LCA) であった。

それをもとに同位体非標識体 (IAA, 1) と反応したペプチドの濃度を変え、同位体標識体 ($^{13}\text{C}_7\text{-IAA}$, 2) と反応した濃度一定であるペプチドとの間に観測された比を、理論比に対してプロットしたものが次のグラフである。これに示されているように理論比と観測比は 3 種類の市販タンパク質の全てにおいてよく一致した。

これらの結果から IAA (1) と $^{13}\text{C}_7\text{-IAA}$ (2) の組み合わせにより SRM 法が可能であることがわかる。この場合は一方のペプチドの濃度が既知であるため、この方法により絶対定量が行われたことになる。

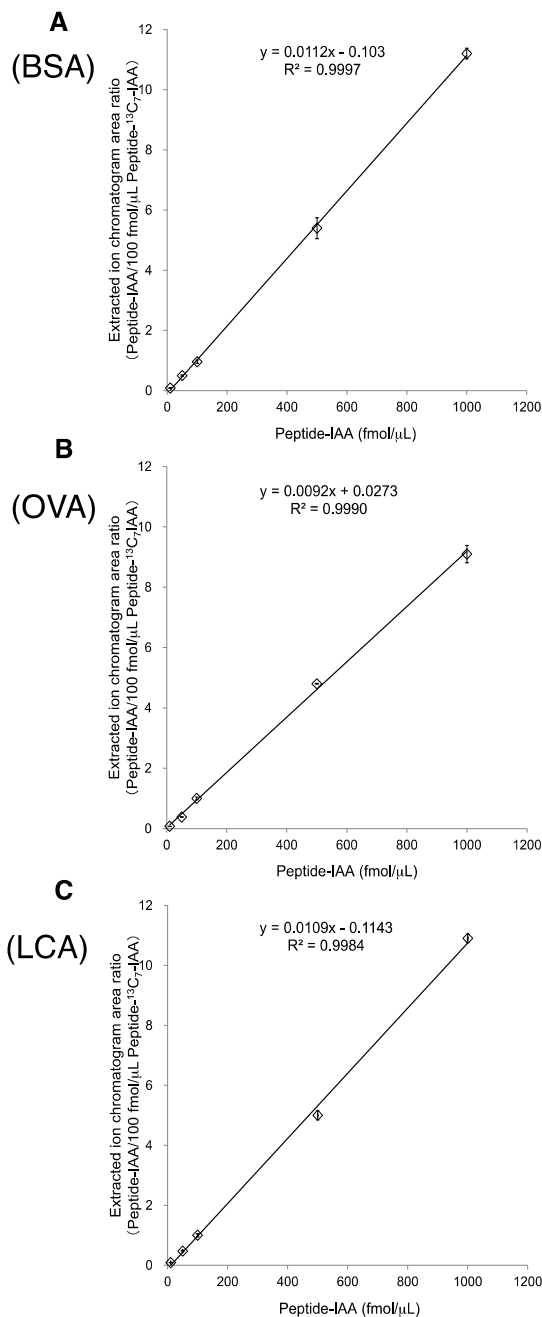


図4 SRM 法による市販タンパク質の定量結果
 A : bovine serum albumin (BSA),
 B : ovalbumin (OVA), C : α -lactalbumin (LCA)

次にこの方法をより複雑なタンパク質の混合体である乳頭分泌液中での定量分析に応用した。Ovalbumin (OVA) のモニタリングで用いたペプチド CVSP が最

も強いイオンピークを示したためこの定量分析にはこれを用いた。次の図のようなワークフローにあるように、乳がん患者の乳頭分泌液から抽出した一連のタンパク質（プロテオーム）サンプルの中に IAA (1) と反応したペプチド CVSP と $^{13}\text{C}_7$ -IAA (2) と反応した濃度既知のペプチド CVSP をスパイクし、同様の定量分析を行った。

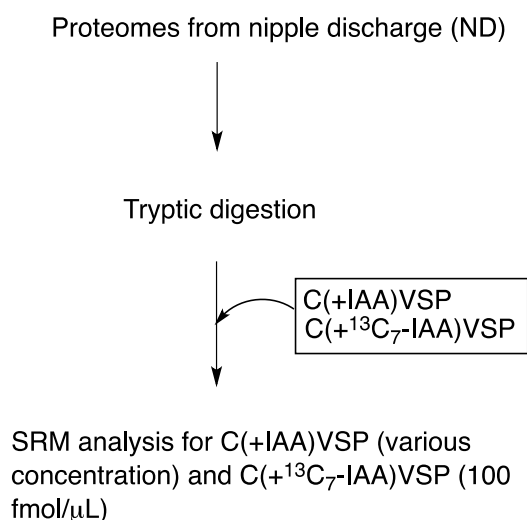


図5 乳頭分泌液からのプロテオーム中での SRM 法による定量分析

その結果が次のグラフである。やはり理論比と観測比はほぼ一致している。この結果から、我々の SRM 法は複雑なタンパク質の混合サンプルのような環境にあっても可能であることが示された。この方法により現在乳頭分泌液から乳がんのバイオマーカー候補のタンパク質を探索中である。

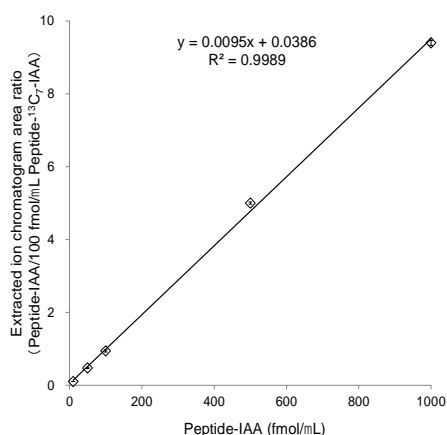


図6 乳頭分泌液からのプロテオーム中での SRM 法による定量分析の結果

3 おわりに

システインの *sulphydryl* ($-\text{SH}$) 基と特異的に反応する *iodoacetanilide* (IAA, 1) とその ^{13}C ラベル体 (2) ならびに質量分析器を用いて、選択反応モニタリング (SRM) 法によりタンパク質の定量分析が可能であることを示した。特定のアミノ酸と反応する有機小分子とその安定同位体標識体を、簡単な有機合成の手法により必要に応じて合成し、それとペプチドやタンパク質を反応させ、特別な機器を用いずにペプチドやタンパク質の定量分析を行う実用性が我々の方法の特徴である。これにより以前報告してきたようなショットガン法のみならず、選択反応モニタリング (SRM) 法も可能であることが本研究で示された。特に後者は絶対定量法により正確なタンパク質の定量分析を可能にするため、応用範囲が広がる。

本研究で観測された結果では、いずれの定量分析においても、ショットガン法による定量分析より広範囲にわたって誤差が小さくなっているが、これはショットガン法のように MS スペクトルで観測されたピークによってではなく、MS/MS スペクトルで観測されたピークによって定量分析を行うため、同一の m/z 値を持つ不純物が除かれるというメリットがあるためと考察している。

特に我々の方法によれば、安定同位体を小有機化合物と反応させることにより導入できるため、他に報告されている SRM 法のように、安定同位体で標識されたペプチドを別途合成する必要がないことがメリットとなる。また、他に報告されているアミノ基に特異的な修飾試薬は一般にシステインをブロックするなどの前処理が必要となるが、本方法は試料タンパク質にシステインが存在している限りその必要もない。

以上の結果をふまえ、本 SRM 法は例えば疾病のバイオマーカー候補の発見などに応用できるものと考えている。

謝 辞

タンパク質やペプチドの定量分析にあたり、大阪大学医学部の実験室の場所を提供していただいた。この場を借りて感謝申し上げます。

文 献

- (1) Kurono, S.; Kaneko, Y.; Matsuura, S.; Niwayama, S. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 2015, 25, 1110-1116.

(2)Kurono, S.; Niwayama, S. 2015 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM 2015), Honolulu, HI, U. S. A.

BIMによる地域ソーシャルデータの 空間的可視化・管理システムの開発

浅田 拓海*1, 山本 岳*2

1 はじめに

現在、我が国では、観光立国の実現に向けた施策が積極的に推進されている。最近では、成長著しいアジア諸国をはじめとする観光需要の取り込みにより、訪日外国人観光客数が著しく増加している状況にある。北海道においても、食、景観、温泉、アウトドアなど様々な地域の魅力を求めて、国内外からの観光客数がシーズンを通して増加している。さらには、2016年4月、北海道新幹線が開通し、首都圏、東北エリアと函館間の観光交流に期待が高まっている状況である。このような観光客の流れやニーズがめまぐるしく変化する今日において、さらなる新規客、リピーターを確保するためには、観光コンテンツの充実とともに、それらを的確に把握し、情報公開することが極めて重要である。

観光情報については、最近では、スマートフォンの普及などから、WEBサービスやアプリなどによる動的なデジタルマップを利用し、旅行者が自ら目的地や周遊ルートを選択するケースが増えている。中でも、ユーザーの「ナマの声」として、SNSによるリアルタイムな情報を観光旅行の参考にするケースも少なくはない。このようなメディアの多様化にせよ、重要となるのは、このような情報提供を効果的なものとするためには、まず第一に、地域内の観光資源の特長を広域的かつ網羅的に把握することが挙げられる。観光に関する調査は、古くからアンケート形式のものが採用され

て来たが、迅速性に欠ける、収集範囲が限られるなどの問題が指摘されている。そこで、最近では、TwitterやFacebookなどのSNSデータの活用が様々な分野で着目されており、観光、防災¹⁾²⁾、交通システム³⁾⁴⁾などにおいても利活用が検討されつつある。SNSデータでは、任意期間における全国のユーザーのコメント（ツイート）が収集可能であり、特定ワードの発生数などから各観光地への関心度などの分析に利用できる⁵⁾⁶⁾。土木計画分野におけるSNSデータ活用に関する研究は、現在、初動期の段階あり、その多くは、コメント発生の地理的分布からユーザーの移動状況や関心拠点の把握である。このようなネットインフラの充実化、SNSの利用率の高まりから、今後は、SNSのような個人の投稿データにも目を向けた「ネットコンシャス」なまちづくり⁷⁾も重要となろう。

しかしながら、関心先となる各地域・拠点の「つながり」について分析を試みた事例は少ない。地域や観光拠点は、単独ではなく複数結びついて関心が持たれる場合も多い。このような、単独発生数では埋もれてしまうが、他の多くの拠点と共にコメントされる拠点を抽出することができれば、それらを含んだ新たな観光拠点計画や周遊ルートの設定などに役立つ情報となり得る。

そこで、本研究では、室蘭市（第2章）および函館観光圏（第3章）を分析対象地域とし、Twitterの投稿データから抽出した地域や観光拠点に関するキーワード（以下、地域拠点ワード）をユーザー毎に関連付けし、単独発生とともに、他の多くと共に発生（共起）されるワードを抽出する。さらに、その共起パターンから人々の関心先として共有される交流拠点の空間的な分布やつながりを可視化することで、対象地域の拠点特性を明らかにする。なお、函館観光圏については、

*1：くらし環境系領域 社会基盤ユニット

*2：HRS 株式会社

2016年の北海道新幹線開通前後の共起パターンを比較することで、新幹線開業がもたらした地域拠点への関心パターンの変化を明らかにする。

2 室蘭市における地域拠点ワードの共起パターン分析⁷⁾

2.1 室蘭市の Twitter データの収集

2.1.1 地域拠点ワードの設定

室蘭市を分析の対象として、地域に関する Twitter 投稿コメントを専用 API により取得した。地域拠点ワードについては、地域の各拠点がユーザーの関心先としてどのように関連しあっているのかを分析するため、表-1 に示すような規模レベルで選定した。レベル1は、室蘭市内の地区名 57 語、レベル2は室蘭市内の大型施設名 33 語、レベル3は室蘭市内の小型施設名 96 語であり、この他に、北海道道内の各市町村名を加え、計 2360 語を設定した。これらのワードは、室蘭市 HP の観光情報や各種 WEB サイトを参照して設定した。

2.1.2 Twitter データの取得

上記の地域拠点ワードは、室蘭市以外の地域でも該当するものも含まれている。したがって、これらのワードで Twitter コメントを検索しても関係のないコメントも同時に抽出されてしまう。そこで、室蘭市固有のキーワードとして、「室蘭」「輪西」「だんパラ」「測量山」「地球岬」「絵鞆」「白鳥大橋」「母恋」「マスイチ」「イタンキ」「スワンフェスタ」「ペトル」の 12 語を設定し、これらのいずれかが含まれるコメントを抽出した。抽出対象期間は、2015 年夏季と秋季（7 月から 11 月の 5 ヶ月間）とし、Twitter API を利用して自動的に取得した。なお、上記の 12 語で抽出されるコメントには、地域拠点ワード 186 語のいずれかも含まれる可能性が高いことを事前に確認している。

2.1.3 地域拠点ワードの基礎集計

取得したコメントデータから検出した各レベルの地域拠点ワード発生数を図-1 に示す。ワード発生数は 8 月が最も多く、11 月にかけて徐々に減少する。内訳としては、レベル1が室蘭市の地区名、レベル2が市内の大型施設、レベル3が市内の小型施設となっている。中でも、レベル2の大型施設名は 8 月にその割合が急増していることから、イベントなどが開催された施設名が一時的に増加したものと考えられる。また、時間帯別に示したものを図-2 に示す。朝方 6 時ころから発生数が急激に増加し、正午をピークとして、若干減少するが、夕方、深夜にかけて再度増加に転じることがわかる。特に、7、8 月は、夜間での発生数増加が著し

表-1 全期間における地域拠点ワードの発生順位

順位	L1:地区名	L2:大型施設	L3:小型施設
1	東室蘭 3,696	地球岬 2,709	室蘭駅 2,384
2	母恋 2,052	室蘭港 2,707	東室蘭駅 1,839
3	絵鞆 1,257	白鳥大橋 1,899	水族館 626
4	東町 619	イタンキ 1,482	道の駅みたら 414
5	本輪西 280	測量山 1,083	母恋駅 409
6	栄町 272	トッカリシヨ 402	日本製鋼所 359
7	白鳥台 271	室蘭岳 269	栄高 355
8	日の出 264	大黒島 226	新日本製鐵 314
9	祝津町 241	金屏風 198	マスイチ 248
10	海岸町 240	鷺別岳 196	室蘭工業大 241

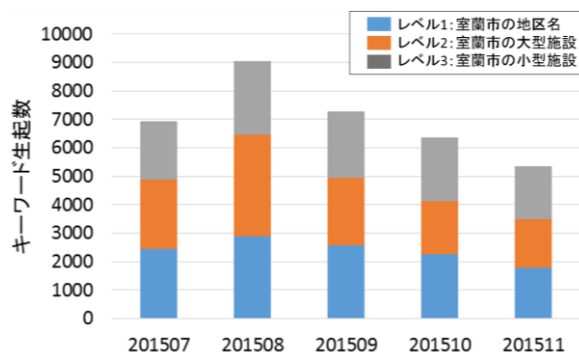


図-1 月別・レベル別の地域拠点ワードの発生回数

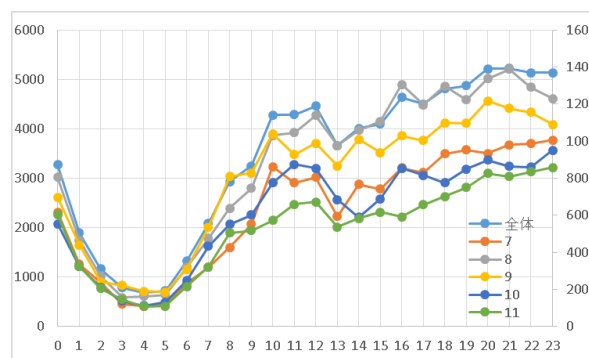


図-2 時間帯別・月別の地域拠点ワードの発生回数

い。室蘭市では、測量山、白鳥大橋、室蘭港および周辺の工場群から形成される「工場夜景」の鑑賞ツアーの人気が高まっており、特に夏季においては、地元のお祭りなどのような短期的なイベントの他にも、上記のようなナイトツアーへの関心も SNS コメントに現れていると思われる。

次に、レベル別の地域拠点ワード発生順位を表-1 に示す。レベル1（地区名）に関しては、商業施設や病院などの建物が付近にある地区が発展している場所が多くなっていると考えられる。レベル2（大型施設）では、地球岬や白鳥大橋など有名な観光施設関係のワードが多く見受けられる。これは、市内の人だけではなく

く、他所からくる人も関連キーワードをツイートしていると考えられるからである。レベル3（小型施設）では、市内では需要が比較的に高い駅のキーワードが多くなっている。このことから、レベル毎に共通して考えられることは、人が多く集まる場所から多くの発信がされていることがわかる。

2.2 室蘭市における地域拠点ワードの共起パターン

2.2.1 分析方法

本研究では、対象地域内の各拠点への関心度に加え、関心先の関連性を把握するために以下に示すような方法で地域拠点ワードの共起パターン⁸⁾⁹⁾分析を行った。まず、図-3aに示すように、ユーザー毎に全期間におけるコメントから地域拠点ワードを抽出した。なお、ここでは、地域拠点ワードの発生回数は考慮せず、単純に、各ユーザーの「関心先」をリストアップしただけである。次に、ユーザー毎の関心先を結ぶと、図-3bのようになる。これをまとめると図-3cのような行列データが得られる。

図-3bに示したように、例えば、地域拠点2と6は、3名のユーザーが関心先としてワードを共に発生（共起）させている。したがって、地域拠点2と6は、「セット」として多くの人から関心を得ていると判断できる。また、地域拠点6においては、これと接続（関連）する地域拠点が5つと多く、中心的な存在となっている。一方、地域拠点4は、共に関心先となる地域拠点が6のみであり、他の地域拠点から孤立する形となっている。以上から、共起数が多い拠点の組合せは、それらの間で交流（人の往来）が生じた、もしくは生じる可能性が高いと考えることができる。

2.2.2 共起パターンの可視化

室蘭市内における地域拠点ワード186語の場合の地理空間的共起パターンを図-4に示す。単独発生数は、東室蘭駅と室蘭駅の市内主要駅や、母恋、絵鞆地区、また、白鳥大橋、地球岬、イタンキ（浜）などの観光スポットが大きいことが分かる。これらの市内南側に位置する拠点は、互いの共起数が多いことから、各拠点への関心度が大きく、これらを結ぶ大きな交流圏が生じていると考えられる。一方、中央部の住宅地や東室蘭地域の商業地区では、広範囲に渡って地域拠点ワードが発生しているが、他点との共起数は少ないことから、関心のつながりは小さいと思われる。

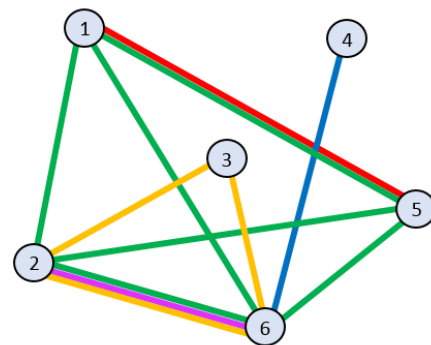
2.2.3 地域拠点ワードの中心性評価

次に、共起パターンの行列データ（図-3c）を用いて、各地域拠点の中心性について評価した。中心性指標¹⁰⁾とは、通信網、交通網、人間関係、食物連鎖などのネットワークにおけるノードやリンクの重要性を表す幾つ

a) 対象期間におけるユーザー毎の発生ワード

ワード→ ↓ユーザー	1	2	3	4	5	6	総数
A	○				○		2
B				○		○	2
C	○	○			○	○	4
D		○				○	2
E		○	○			○	3

b) ワードの共起パターン※位置に意味は無い



c) ワードの共起数・単独発生数・接続数

ワード	1	2	3	4	5	6	接続数
1	—	1	0	0	2	1	3
2	1	—	1	0	1	3	4
3	0	1	—	0	0	1	2
4	0	0	0	—	0	1	1
5	2	1	0	0	—	1	3
6	1	3	1	1	1	—	5
単独発生数	2	3	1	1	2	4	

図-3 地域拠点ワードの共起パターンのイメージ

かの指標であり、最近では、これらを用いて SNS におけるユーザーのネットワーク分析などを行った事例が着目されている。本研究では、提案されている幾つかの指標のうち、次数中心性と媒介中心性を採用した。次数中心性は、接続する他点の数（図-3cにおける接続数）を示し、居所的な中心性を表す。媒介中心性は、他点から接続する点群への影響度であり、全体における中心性を表す。

地域拠点ワード186語の次数中心性と媒介中心性を算出し、それぞれ標準化した。両指標の関係を図-5に示す。「白鳥大橋」は、両指標ともに大きいことから、局所的にも全体としても中心的な交流拠点として評価される。また、「室蘭駅」「東室蘭駅」「地球岬」「絵鞆

なども、両指標が比較的に大きい。これらと次数中心性は同程度であるが、「室蘭港」「イタンキ」「測量山」などは媒介中心性が小さい。次数中心性が同程度でも、媒介中心性が大きい場合は、当該ノードが大きなネットワークに属していることを意味する。したがって、言い換えると、「室蘭港」「イタンキ」「測量山」などは、「室蘭駅」「東室蘭駅」「地球岬」「絵鞆」などよりも、小さな共起パターンのネットワークに存在することから、関心空間上のネットワーク内での露出が少ない、いわゆる「ローカル」な拠点である可能性が高い。

3 北海道新幹線開業前後の地域拠点ワードの共起パターン比較

3.1 函館周辺エリアの Twitter データの収集

函館周辺への観光地に関心があるコメントを検索することを目的として、道南、道央における主要地域（函館、木古内、福島町、上ノ国、江差、厚沢部、乙部、七飯、北斗市、森町、鹿部町、知内、八雲、長万部、奥尻、せたな、瀬棚、室蘭、苫小牧、登別、壮瞥、白老、ニセコ、真狩、留寿都、ルスツ、喜茂別）を対象に、これらの27ワードを設定し、以下の期間においてツイートを検出した。なお、これらは、全国で地名に重複が無いことを条件に選んだ。検索対象期間は、2015年の4～6月（開業前）および2016年の4～6月（開業後）である。

3.2 地域拠点ワードの階層別発生数

上記の27ワードで検索したツイートには、他の地域や、より詳細な観光拠点が共にコメントされている。そこで、全国の地域名に加え、道内の観光拠点をWEBサービス等で収集し、これらのワード（地域拠点ワード）を以下の3つの階層に区分した。なお、検出の重複を可能な限り少なくするため、事前にその可能性のある地名は除外した。

地域拠点ワードを発生させたユーザー数を階層別に集計した結果を図-6に示す。ここでは、全期間の発生ユーザーの合計が50人未満のワードは除外し、2015年合計値から2016年合計値への増加率が1.5以上のワードのみをプロットした。

都道府県・県庁所在地では、盛岡、仙台などの新幹線ルート上にある東北地域では開業後4月に大きな増加を見せている。秋田や山形などは、ルート上にはないが新幹線開業による移動時間短縮（50分程度）から、函館、北海道への期待が大きくなったと思われる。道内市町村では、函館近隣の七飯町や北斗市に加え、中標津や増毛などの道東地域も開業後に増加となった。

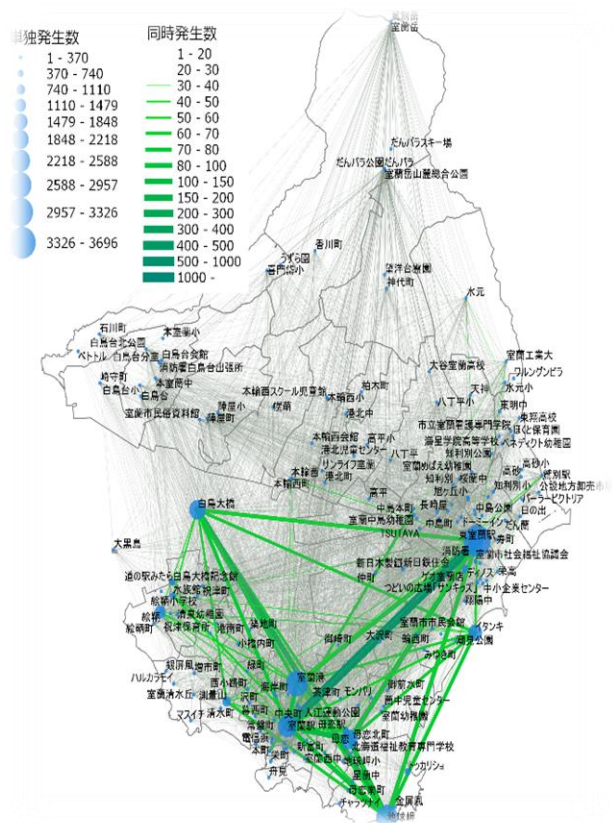


図-4 室蘭市における地域拠点ワードの共起パターン

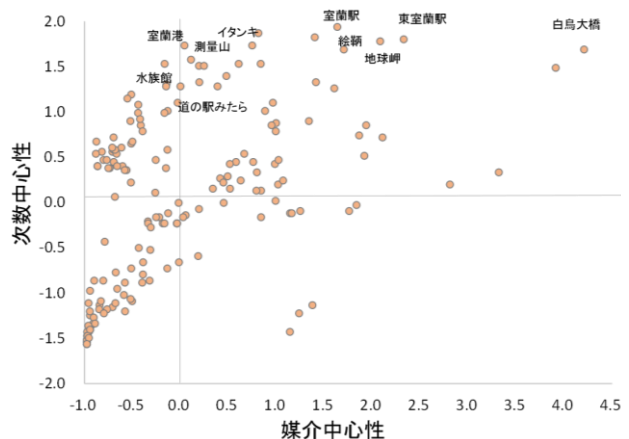


図-5 媒介中心性と次数中心性の関係

道内市町村では、函館近隣の七飯町や北斗市に加え、中標津や増毛などの道東地域も開業後に増加となった。観光拠点の階層になると、月別の発生ユーザー数は50人程度までに減少するが、開業後に増加するワードも幾つか見られる。また、開業後4月に大きな増加はなく、その後に次第に増加する傾向がある。

3.3 地域拠点ワードの共起パターン分析

3.3.1 ユーザーの類型化

上記で対象としたツイートは、北海道新幹線開業に関係がないもの含まれる。そこで次に、ユーザーの特性について分析し、その類型化を行った。

まず、地域拠点ワードを函館周辺エリア（函館市、七飯町、北斗市）とその他の道内地域に関するワードに区分し、それぞれユーザー毎に開業後のワード発生数の増加量（2016年合計数-2015年合計数）を求めた（図-7）。開業後に両ワードの発生が増加したグループ1と2は、全体の11%となり、その内60%を占めるグループ1は、道内ワードよりも函館ワードの増加数が大きい。

本研究では、北海道新幹線開業後に函館エリアの地域や観光拠点に関心度が高まった。潜在的な観光需要に着目するために、以下では上記のグループ1のユーザー（2,379名）を分析の対象とする。

3.3.2 地域拠点ワードの中心性分析

図-6に示したように、単独の発生数だけでは、ワード間のつながりは見えてこない。そこで、ユーザー毎に、期間中（2015年と2016年）に発生した複数の地域拠点ワードを全組み合わせさせて結び、これを全ユーザーで束ねた共起マトリクスを作成した。図-8はそれを可視化した例であり、2対のワード（ノード）を結ぶリンクはユーザー数の情報を持っている。なお、以下では、ユーザー数が10未満のリンクは、分析から除外する。図-8の場合は、2015年にAが一定数のユーザー（10人以上）によってBやDと共にコメントされており、2016年にはさらにEが加わり結びつくワードが増加する。このようにノードから出る線の数値は、次数中心性といい、ネットワークにおける居所的な中心性を表す指標として用いられる。

地域拠点ワードを発生させたユーザー数と上記の次数中心性についてそれぞれ2015年から2016年への増加量を求め、両者の関係をプロットした（図-9）。発生ユーザー数の増加が大きいワードは、函館、札幌、小樽などの全国的にも有名な地域である（図中A）。一方、発生ユーザー数の増加は少ないが、次数中心性の増加が大きいワードも見られた。例えば、図中Bにプロットされた、美利河、函館どつく、聖ヨハネ教会、八幡坂などの函館エリアの観光拠点がある。これらを含むツイートを調べたところ、美利河はダムや温泉などへの関心として、聖ヨハネ教会や八幡坂では函館の名所として記念に訪れたり、写真などが投稿されていた。これらは、北海道新幹線開業によって、他の多くのワードと共に関心が持たれるようになり、周遊ポイントの一つとしての存在が大きくなったと言える。

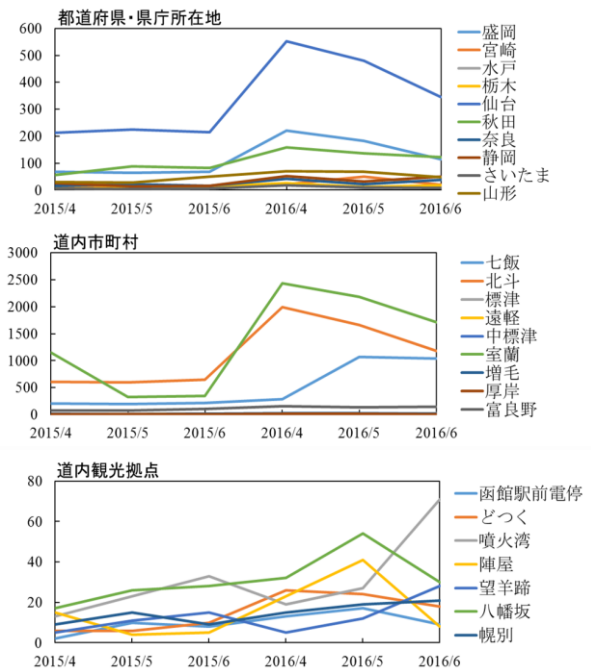


図-6 地域拠点ワードを発生させたユーザー数

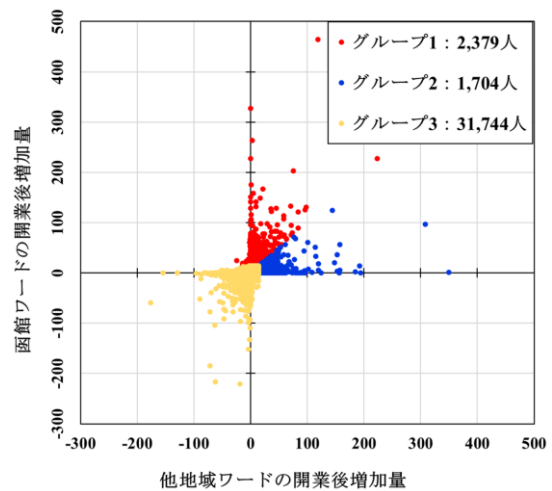
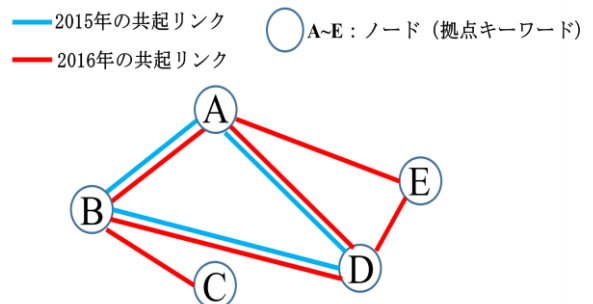


図-7 他地域ワードと函館ワードの発生増加数の関係



10人以上のユーザーが共起させた2対のみ分析対象とする。

図-8 地域拠点ワードの共起パターンと次数中心性

文 献

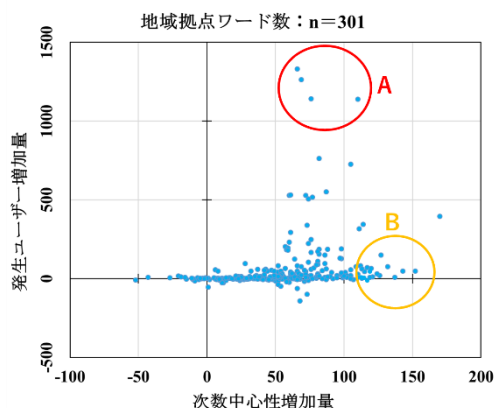


図-9 次数中心性及び発生ユーザー数の増加

4 おわりに

本研究は、北海道新幹線の開業による各地域や拠点への関心変化を明らかにするため、開業前後の地域拠点ワードの共起パターンについて比較分析を行った。

まず、北海道新幹線開業後に発生ユーザー数が増加した地域拠点ワードを抽出した。道内では特に、北海道新幹線の駅がある北斗市や函館市などの周辺地域において、増加が顕著であった。道外では、新幹線ルート上にある東北地域において増加が目立った。次に、ユーザー毎に対象期間内でコメントされた複数のワードを関連付けして共起ネットワークを作成し、各ワードの次数中心性を算出した。発生ユーザー数の開業後増加は少ないが、次数中心性（共にコメントされた他のワードの数）の増加が大きいものとして、函館エリアの幾つかの観光拠点が抽出された。

今後の課題を以下に示す。まず、本研究では質的な分析は行っていない。すなわち、地域拠点に対する肯定的、否定的なコメントなどについて分類し、それらを考慮した分析が必要と考える。また、ユーザーの居住地が対象地域の内外どちらなのかについて、ユーザーのコメント履歴から判定する手法を開発したい。様々な分析と照らし合わせて信頼性の検証も必要である。その上で、本手法をベースに、リアルタイムかつ広域・大規模なデータによる観光分析手法の確立を目指したい。さらに、施設レベルの拠点ワードについては、BIMを導入し、3D マップでの表現や情報管理により、膨大に膨れ上がる SNS データのマネジメントと情報公開についてよりシステムチックな仕組みを構築する予定である。

- (1) 藤生慎, 高田和幸, 富田智之, 伊東大輔: ゲリラ豪雨時の社会現象に関する一考察—twitter を用いた検討—, 土木計画学研究・講演集, Vol.49, 論文番号 190, 2014.
- (2) 榎本甫, 桑野将司, 小池淳司: 災害時のソーシャルメディアと行動の関連性分析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学) Vol.70, No.1, pp.102-112, 2014.
- (3) 岡野大輔, 久保田尚, 上野俊司, 花村嗣信: Twitter を活用した新しいバス情報システムの普及可能性に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.44, 論文番号 163, 2011.
- (4) 矢野晋哉, 伊藤秀昭, 安田幸司: 道路開通に関するツイッター情報の分析事例, 土木計画学研究・講演集, Vol.48, 論文番号 203, 2013.
- (5) 富永透見, 肥後洋平, 谷口守: ネットコンシャスな拠点計画に関する一考察-チェックインスポットに着目して-, 土木計画学研究・講演集, Vol.50, 論文番号 37, 2014.
- (6) 谷口守, 星野奈月, 富永透見: 自治体の観光資源に対する認識と SNS 上の「話題」とのギャップ分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.50, 論文番号 35, 2014.
- (7) 山本岳, 浅田拓海, 鈴木貴文, 有村幹治: Twitter データを用いた地域拠点ワードの共起パターン分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.53, pp.1444-1448, 2016.
- (8) 藤井雄太郎, 安藤哲志, 伊藤孝行: 2 単語間の共起情報と距離情報を考慮した有害文章判別手法の提案: 情報処理学会研究報告, Vol.2010-ICS-159, No.1, 2010.
- (9) 石田和成: 地域特有の単語共起にもとづく位置推定と地域トピックの考察: 研究報告情報基礎とアクセス技術 (IFAT), Vol. 2015-IFAT-117, No.2, pp.1-6, 2015.
- (10) 篠田孝祐, 松尾豊, 中島秀之: 複数の中心性尺度によるネットワーク生成モデル, 知能と情報 (日本知能情報フレンジ学会誌), Vol.20, No.3, pp.410-422, 2008.

ダイカスト鑄造用金型の長寿命化に関する研究

長船 康裕*1, 北原 総一郎*2

1 はじめに

ダイカスト鑄造用の金型はアルミ溶湯射出と抜型後の離型剤噴霧によって150~650℃の範囲で加熱と冷却が繰り返される。その時の熱応力によって金型表面に熱疲労き裂が発生し問題となっている。本研究では実操業で使用されている金型鋼 SKD61 と高靱性金型鋼 DH31 の熱疲労寿命を比較する。また、表面のき裂発生防止に対するショットピーニングの効果を確認する。

2 実験方法

2.1 供試材

供試材は、熱間用金型鋼 SKD61 と DH31 である。各試験片には熱処理と気相窒化処理を施した。窒化処理後の表面硬さを 60HS, 45HRC とした。窒化処理後の SKD61 の表面にショットピーニング処理を施した。試験片の種類は全 3 種類で、ショットピーニングなしの SKD61, ショットピーニングありの SKD61, ショットピーニングなしの DH31 である。

2.2 試験片形状

試験片は、図 1 に示すような曲率半径が R1.0 のノッチを有する棒状試験片である。

2.3 熱サイクル試験

熱サイクル試験は、650℃のアルミニウム合金 (ADC12) 中で試験片の先端部を加熱し、その後、20℃の水中へ急冷する熱サイクルである。熱サイクルパターンを図 3 に示す。熱サイクル試験後の表面を電解研磨し、試験片のノッチ底周辺に生じるき裂を光学顕微鏡で観察した。電解研磨はカソード電極を鉛板、アノ

ード電極を試験片とし、40℃の 30%硫酸と 70%リン酸の混合溶液中で、5V-1.38A の条件で電解した。試験片表面にき裂が発生するまでの熱サイクル数を調査した。

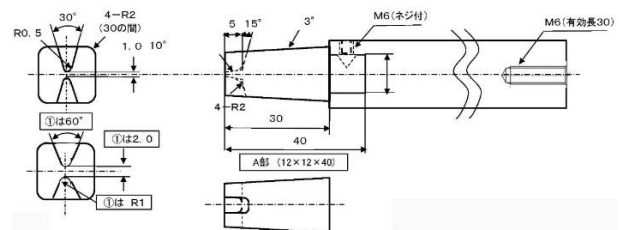


図 1 試験片形状

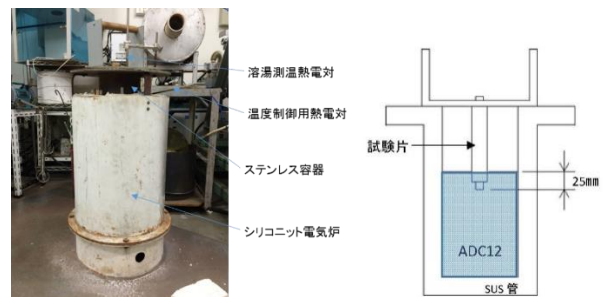


図 2 加熱装置

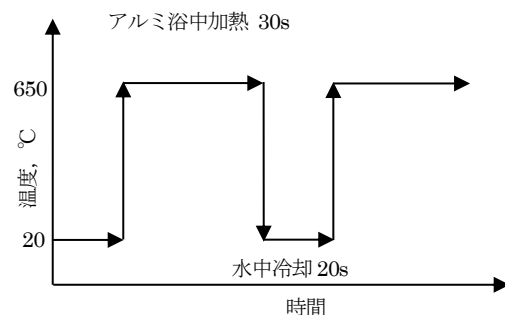


図 3 熱サイクルパターン

*1: もの創造系機械科学ユニット

*2: 株式会社 ホクダイ

2.4 残留圧縮応力の測定

ポータブル X 線残留応力測定措置 (μ -X360 パルス
ステック社製) を用いて、 $\cos \alpha$ 線図からき裂観察面
の残留圧縮応力を測定した。

3 実験結果

試験片のき裂の発生状態を表 1 に示す。顕微鏡で表
面を観察した時にき裂が観察された場合を「●」、き裂
が観察されなかったときは「○」とした。表中の SP は
ショットピーニング処理を施したものである。DH31
が最も少ない熱サイクル数でき裂が発生した。その時
のサイクル数は 300 サイクルであった。その他の試料

においても 350 サイクルでき裂が発生した。400 サイ
クル終了時の表面状態を図 4 に示す。DH31 の切欠き
底表面付近では細かなき裂が多数発生していた。また、
350 サイクルから 400 サイクルへ熱サイクル数の増加
に伴うき裂長さ増大はほとんどなかった。SKD61 のき
裂の数は、DH31 に比較して少なかった。SKD61 にシ
ョットピーニングを施した SKD61+SP では、ノッチ
底に形成されたピーニングによる凹凸底からき裂が発
生し伝播していた。

本実験に供した試験片における耐ヒートチェック特
性は、SKD61 > SKD61+SP > DH31 の順番となった。
ただし、DH31 のき裂の成長速度は、SKD61+SP に比
較して遅かった。

表 1 熱サイクル数とき裂発生の関係

	観察したサイクル数										
	0	25	50	100	150	200	250	300	350	400	600
SKD61_R=1.0(1)	○	—	○	○	○	○	○	—	—	—	—
SKD61_R=1.0(2)	○	—	—	—	—	—	—	○	○	●	—
SKD61_R=1.0(3)	○	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—
SKD61_R=1.0(4)	○	—	—	—	—	—	—	—	○	●	—
SKD61_R=1.0(5)	○	—	—	—	—	—	—	—	○	○	—
SKD61+SP_R=1.0(1)	○	—	○	○	○	○	○	—	—	—	—
SKD61+SP_R=1.0(2)	○	—	—	—	—	—	—	○	○	●	—
SKD61+SP_R=1.0(3)	○	—	—	—	—	—	—	—	●	—	—
SKD61+SP_R=1.0(4)	○	—	—	—	—	—	—	—	●	●	—
SKD61+SP_R=1.0(5)	○	—	—	—	—	—	—	—	●	●	—
DH31_R=1.0(1)	○	—	○	○	○	○	○	—	—	—	—
DH31_R=1.0(2)	○	—	—	—	—	—	—	●	●	●	—
DH31_R=1.0(3)	○	—	—	—	—	—	—	—	●	—	—
DH31_R=1.0(4)	○	—	—	—	—	—	—	—	●	●	—
DH31_R=1.0(5)	○	—	—	—	—	—	—	—	●	●	—

○き裂なし ●き裂あり

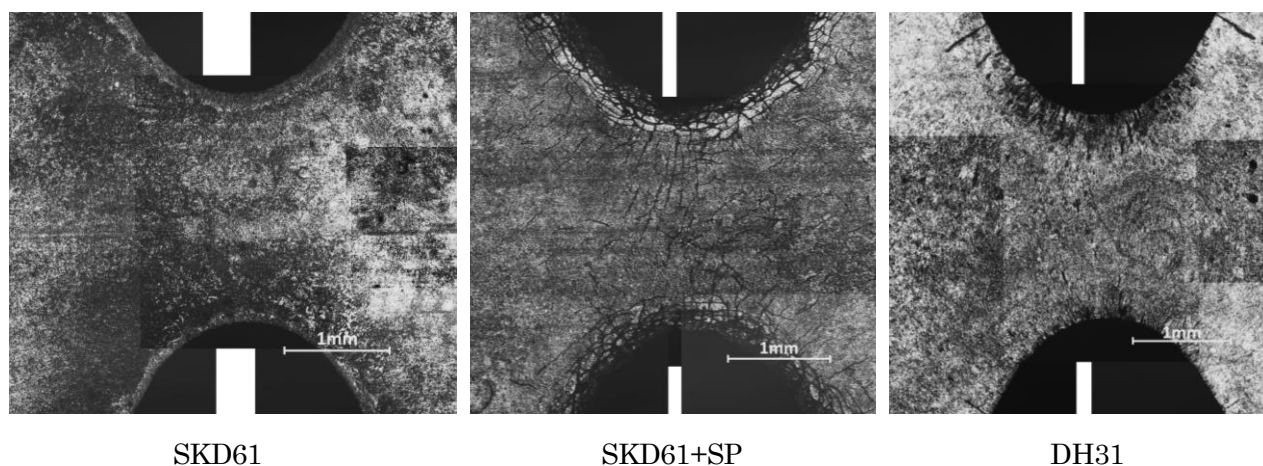


図 4 表面のき裂の状態 (400 サイクル)

図 5 に試験前及びき裂が発生した試験片の残留圧縮
応力を示す。上字 (切欠き底の接線方向) と下字 (切
欠き底の接線に対して垂直方向) は X 線の照射方向の
違いを示している。ショットピーニングにより得られ

る残留圧縮応力は、ヒートチェックの発生を抑制に効
果がある下限値の 500MPa を超えていた。一方、熱
サイクル試験によりき裂が発生した試料では、応力が
解放されて残留圧縮応力の低下が確認された。このこ

とから、今回用いたポータブル X 線残留応力測定装置で圧縮残留応力を計測することにより、熱疲労による微細き裂の発生を検知できると考えられる。

4. 熱疲労による微細き裂は、残留圧縮応力を計測することで検出できる。

謝 辞

本研究で残留応力測定を行うにあたり、パルステック工業株式会社の協力を得た。

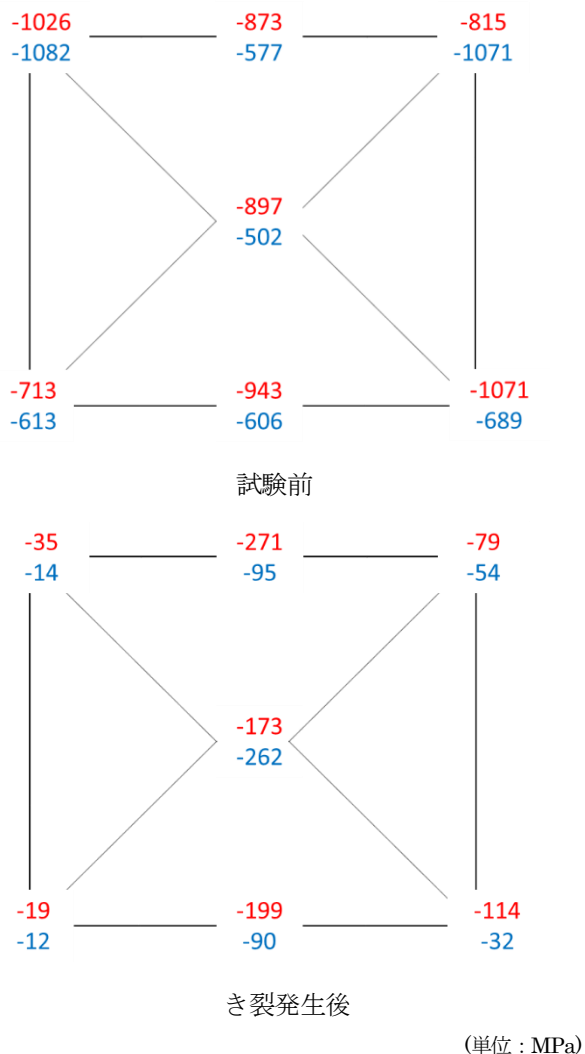


図 5 残留圧縮応力に及ぼすき裂発生の影響

4 結 論

SKD61, ショットピーニングした SKD61, DH31 の熱サイクル試験を行った結果、以下の結論が得られた。

1. 本実験における耐ヒートチェック性は、SKD61>SKD61+SP>DH31 となった。
2. ショットピーニング処理による残留圧縮応力の導入には有用であるが、ショットピーニングに伴う表面粗さの増大は、き裂発生の起点になる。
3. DH31 は他の試験片に比較して早期に微細き裂が発生するが、成長は遅い。

中詰め二重管方式による回転貫入鋼管杭の 力学特性に関する研究

永井 宏^{*1}, 池田 篤則^{*2}

1 はじめに

回転貫入杭は、鋼管の先端部に取り付けられた羽根により、通常のスレート杭よりも大きな鉛直支持力が期待できる。しかし、実際の設計において地表面付近の地盤が非常に軟弱な場合、水平力に対する検討で杭の仕様が決定され、鉛直支持力を有効に利用できない場合もある。そこで、軟弱地盤における回転貫入杭の耐震性能の向上を図るため、杭上部を二重管方式(回転貫入杭本体、外殻鋼管、中詰めコンクリートで構成)で拡大径化し、地震時の水平抵抗力を大幅に増強する杭工法の開発を目指している。

本研究では、二重鋼管の構造試験(圧縮、曲げ)および数値解析を実施して、二重鋼管の基本性能を把握すると共に、二重鋼管の力学特性や本体鋼管に取り付けたコンクリートとのずれ止めの効果を検討した。

2 構造試験

2.1 試験概要

図1に試験体と荷重装置の関係を示す。H鋼による剛な荷重枠を構築し、中詰めコンクリート二重鋼管の拡頭端を荷重枠に剛結して、自由端側から荷重することにより、杭頭での荷重を模擬した。

試験体は、杭体に相当する本体鋼管、外殻鋼管、円環板および中詰めコンクリートで構成される。試験体の諸元とコンクリートの基本物性を試験種別と併せて表1に示す。試験体の長さは軟弱地盤中の小径鋼管杭

を想定し、全長3,500mm、二重鋼管の長さ3,000mmとした。試験体Nb、Mbでは本体鋼管とコンクリート間のずれ止めを目的として、リング状に加工した丸鋼 ϕ 13mmを鋼管内部に300mm間隔で溶接した。なお、円環板と本体鋼管の間には約1mmの隙間を設けている。

計測項目は、荷重荷重、変位、二重鋼管各部のひずみである。ひずみは本体鋼管、外殻鋼管およびコンクリートにて二重鋼管の固定端($z=0$)から300mm間隔を基本に計11断面で計測した。変位は、荷重点を含めて荷重点側からほぼ等間隔の計8断面で、圧縮試験時は軸方向、曲げ試験時は軸直角方向を測定した。

荷重は油圧ジャッキで静的に荷重した。圧縮試験では100kNピッチで5段階6サイクルの1方向多サイクル方式で杭体部の短期許容荷重を上回る3,000kNを荷重、曲げ試験では30kNピッチで1段階10サイクルの正負交番多サイクル方式で固定端($z=0$)での曲げモーメントが本体・外殻鋼管の全塑性モーメントの単純和に相当する荷重を十分上回る300kNを荷重した。なお、曲げ試験の荷重点は自由端から100mmの位置である。

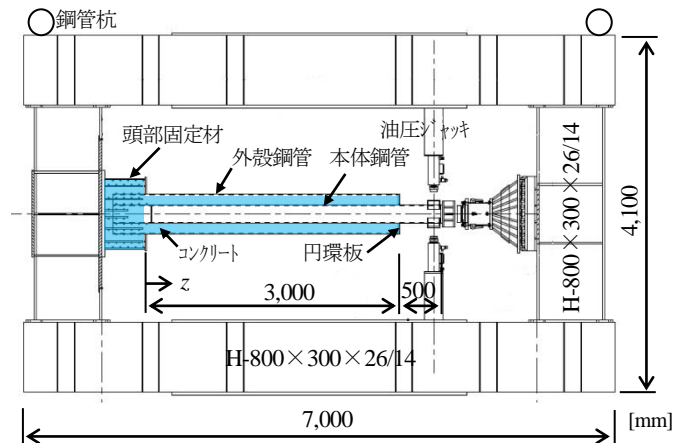


図1 試験体および荷重装置 (曲げ試験時)

*1: 室蘭工業大学 暮らし環境系領域

*2: 千代田工営株式会社

表 1 試験体の諸元およびコンクリートの基本物性

試験体	試験種別	ずれ止め	本体鋼管			外殻鋼管			円環板			コンクリート				
			材質	外径	板厚	材質	外径	板厚	材質	外径	板厚	Fc (N/mm ²)	養生日数	圧縮強度 f_c (N/mm ²)	引張強度 f_t (N/mm ²)	静弾性係数 (N/mm ²)
				(mm)			(mm)			(mm)						
Na	圧縮	無し	STK490	216.3	12.7	STK400	457.2	6.4	SS400	φ457.2 内径 φ218.0	16	27	15	31.9	3.2	—
Nb		有り												38.8	3.7	
Ma	無し	35.0												4.3		
Mb	有り	35.3												2.9	29500	

2.2 試験結果および考察

2.2.1 圧縮試験

図 2 は軸方向変位であり、二重鋼管の固定端 ($z=0$) での変位を 0 としたときの相対変位を示している。なお、 $z=3.0\text{m}$ では本体、外殻鋼管の両者で変位を計測しているためプロットが重なっている。荷重点 ($z=3.5\text{m}$) での Na, Nb の変位は同程度であるが、外殻鋼管の $z=2.0 \sim 2.5\text{m}$ では、大荷重時にて Nb の変位が大きい。これは、ずれ止めの支圧効果により、外殻鋼管へ伝わる応力が大きくなったためと考えられる。また、Nb の $z=3.0\text{m}$ における変位が小さくなっているが、円環板が荷重に伴って回転したためと推察される。

3,000kN 時での各構成材の軸力分布を図 3 に示す。ここで、本体と外殻鋼管の軸力はひずみ計測値から求め、コンクリートの軸力は荷重荷重から本体と外殻鋼管の軸力を差し引いた残余分としている。ずれ止めの無い Na では本体鋼管の軸力が荷重点側から軸方向に直線的に減少するのに対し、Nb では $z=0 \sim 2.0\text{m}$ 間で各構成材の負担荷重がほぼ一定となっているのが分かる。本体鋼管からの軸方向の荷重伝達は、ずれ止めの影響が顕著で効果的である。

2.2.2 曲げ試験

二重鋼管の端部 ($z=3.0\text{m}$) と中央部 ($z=1.5\text{m}$) における荷重-変位関係を図 4 に示す。Ma, Mb ともに正負加力の差は小さく、200kN 付近から剛性は低下している。ずれ止めの有無に着目すると、Mb は Ma よりも変位が小さい。

各荷重階における本体と外殻鋼管の軸方向のひずみ分布を図 5 に示す。本体鋼管では、Ma, Mb ともに圧縮側よりも引張側の値が大きい。引張側のコンクリートにはひび割れが生じ、中立軸が徐々に圧縮側に移動するためと考えられる。外殻鋼管は、荷重増加につれ圧縮側のひずみも大きくなる傾向が見えるが、ずれ止めの影響は顕著ではない。

固定端近傍 $z=0.3\text{m}$ での外殻鋼管のひずみ (正方向荷重時) から求めた $M-\phi$ 関係を図 6 に示す。両試験体とも中詰めコンクリートの効果が窺えるが、ずれ止めを有する Mb の方が変形性能はやや優れる。

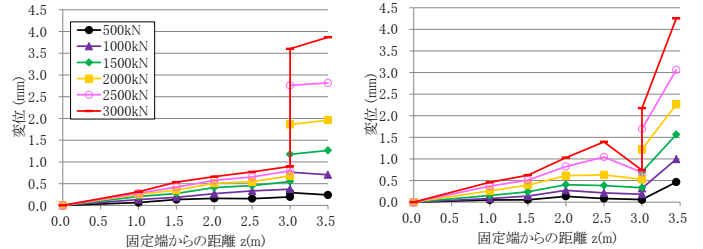


図 2 軸方向変位 (左: Na, 右: Nb)

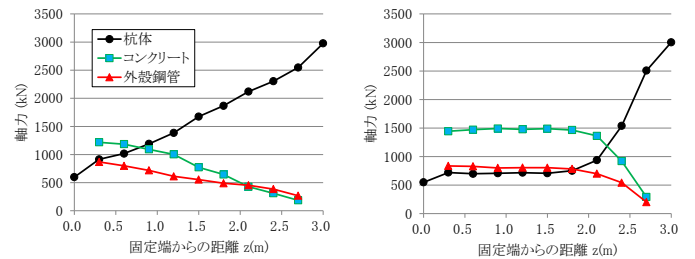


図 3 軸力分布 (左: Na, 右: Nb)

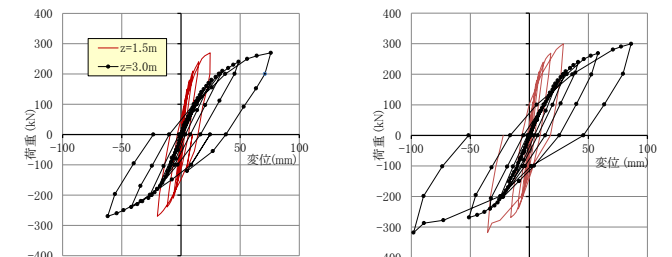


図 4 荷重-変位関係 (左: Ma, 右: Mb)

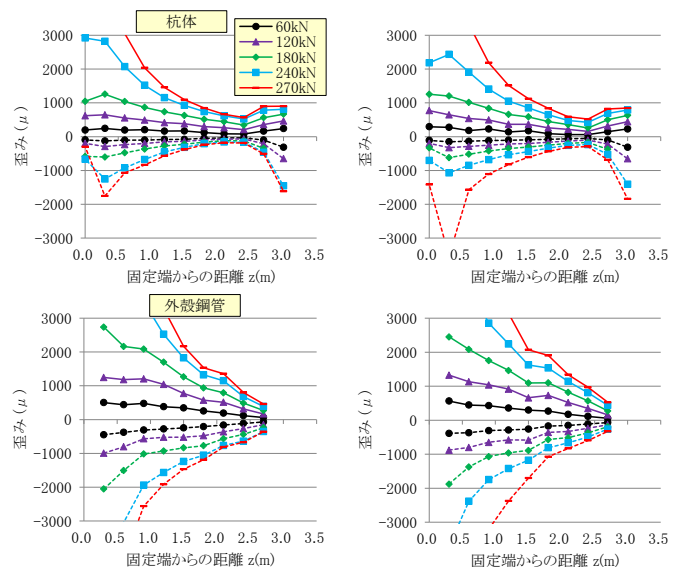


図 5 軸方向のひずみ分布 (左: Ma, 右: Mb)

3 数値解析

前節の曲げ試験を対象とした FEM 解析を行った。

3.1 解析方法

FEM には汎用解析ソフト *Soil Plus* を用いて静的非線形解析を行った。図 7 に FEM 解析モデルを示す。解析では杭頭固定材より上方を対象とし、全体の 1/2 領域 (Z-X 面を対称面) をモデル化した。本体鋼管、外殻鋼管およびコンクリートにはソリッド要素を用いて 16 角形断面に置換した。本体および外殻の鋼管とコンクリート間にはすべりを考慮する面ジョイント要素を導入し、Mb のずれ止めは支圧抵抗を考慮するためソリッド要素で表現 (図 7(b)) した。各材料の構成則として、鋼管は Von Mises, コンクリートは D-min 法を適用した (図 7(c), (d))。また、鋼管とコンクリートの境界は、別途実施した長さ 0.3m の二重鋼管の押し抜き付着強度試験の結果を基にクーロン摩擦でモデル化 (図 7(e)) した。水平荷重 H は試験と同一位置 $z=3.4\text{m}$ で X 方向に単調漸増させた。

3.2 解析結果および考察

以後の図中では実験値を Exp, 解析値を Ana と表す。

3.2.1 荷重試験と FEM 解析との比較

図 8 は水平荷重 H - 水平変位 δ の比較であり、二重管の端部 ($z=3\text{m}$) と中央部 ($z=1.5\text{m}$) の結果を示す。Ma, Mb とともに解析値は実験値との差が 20% 程度であり、二重鋼管の曲げ変形特性を概ね表現できている。

図 9 は $H=100, 200, 250\text{kN}$ での固定端近傍 ($z=0.3\text{m}$) における断面内の軸方向ひずみ分布 (本体鋼管, コンクリート, 外殻鋼管) である。加力背面側 (引張) のコンクリートを除くと、解析値は Mb では実験値と近似しており、二重鋼管は平面保持がされているのが分かる。図示していないが、 $z=0.6\sim 2.4\text{m}$ の範囲でも解析値は実験値に対応し、同傾向であった。一方、Ma では加力前面で本体鋼管とコンクリートのひずみが同程度 (不連続) となる状況が十分に表現できていない。荷重の増加に伴い解析値は鋼管ひずみを過小評価しており、引張側でその差が大きい。

3.2.2 ずれ止め鉄筋の有無が二重鋼管に及ぼす影響

図 10 に二重管下部の加力前面、背面の最外縁での鋼管-コンクリート境界面における材軸方向の相対変位 (外殻鋼管に対するコンクリートの変位を S_o-C , コンクリートに対する本体鋼管の変位を $C-S_i$ と略記) を示す。ずれ止めがない Ma では加力前面の $C-S_i$ が大きい。実験ではこれよりも大きな相対変位が生じ、加力前面の $C-S_i$ でひずみの不連続 (図 8) が生じたと推察される。

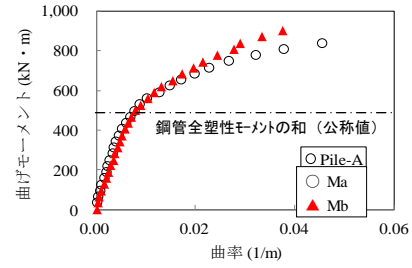


図 6 $M-\phi$ 関係 ($z=0.3\text{m}$)

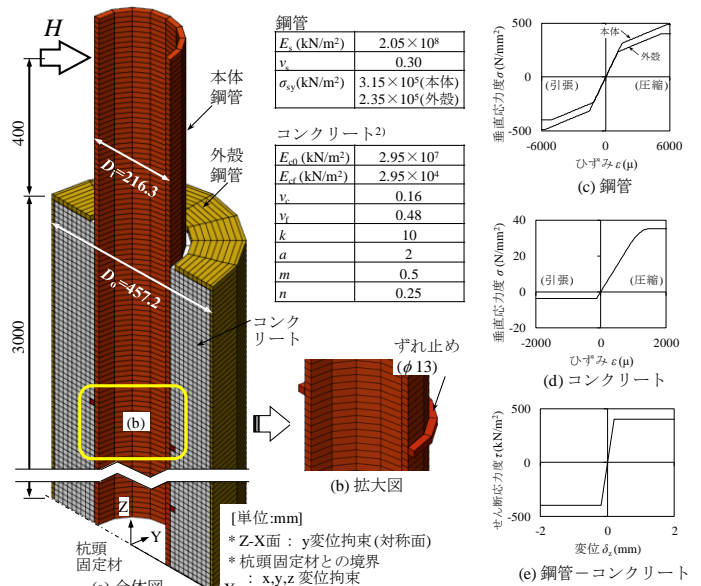


図 7 FEM 解析モデル (Mb)

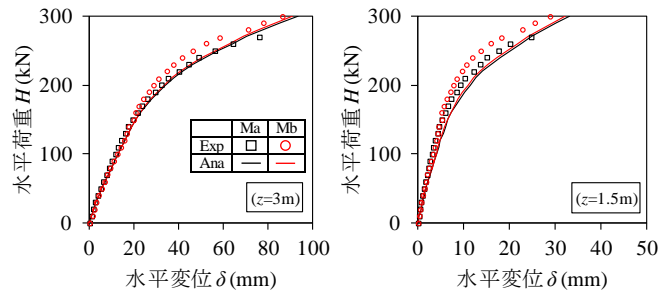


図 8 水平荷重-水平変位

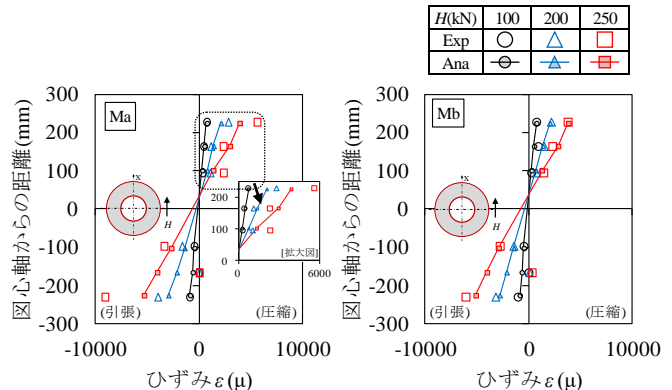


図 9 断面内のひずみ分布 ($z=0.3\text{m}$)

3.2.3 中詰め二重鋼管のM-φ関係

図11に二重管下部での曲げモーメントM-曲率φ関係を、図12にMと中立軸比 x_0/D_0 ($D_0=457.2\text{mm}$)の関係を示す。ここで、Mは式(1)~式(3)にて算出し、φや中立軸位置(二重管断面の図心軸からの距離) x_0 は断面内のひずみ分布(ただし、実験値では引張側のコンクリートを除く)を直線近似して算出した。

$$M_{Exp} = H \cdot L \quad (1)$$

$$M_{Ana} = M_{si} + M_c + M_{so} \quad (2)$$

$$M_{\chi} = \int_A \sigma_{\chi,i} \cdot x_{\chi,i} \cdot dA_{\chi,i} \quad (\chi = si, c, so) \quad (3)$$

M_{si} , M_c , M_{so} : 本体鋼管(si), コンクリート(c)および外殻鋼管(so)が負担する曲げモーメント, σ_i : 要素iのZ方向垂直応力度, x_i : 要素iの図心から図心軸までの垂直距離, dA_i : 要素iの断面積, L : 載荷点からの距離(=3.1m)

M-φ関係をみると、解析では $M \approx 400\text{kNm}$ で非線形性を示しているが、これは外殻鋼管の降伏に起因している。また、本体鋼管とコンクリート間のすべりの抑制を反映して、MbはMaよりも曲率の増分が小さい。一方、中立軸はコンクリートの引張降伏に伴い圧縮側に移動するが、中立軸比 x_0/D_0 はMa, Mbともに大きな差異はなく $M=200\text{kNm}$ 以降は $x_0/D_0=0.06 \sim 0.09$ であり、中立軸の位置は本体鋼管の内側に留まっている。

4 おわりに

中詰めコンクリートは、二重鋼管で拘束されることにより杭体の曲げ変形性能の向上に寄与する。ずれ止めの効果は圧縮特性に対しては顕著に高く各構成材の負担荷重が一定となり、また曲げ変形特性に対しては曲げ剛性の低下が緩和されることが確認できた。

今後、ずれ止めの取付け位置の最適化や二重鋼管のM-φ関係のモデル化の検討、更に実地盤での施工や原位置での水平載荷試験による検討へと展開していく。

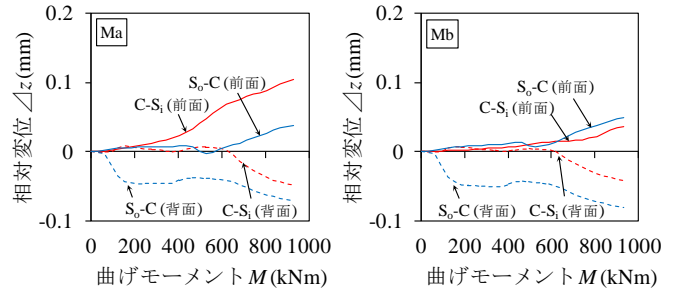


図10 鋼管-コンクリートの相対変位 ($z=0.3\text{m}$)

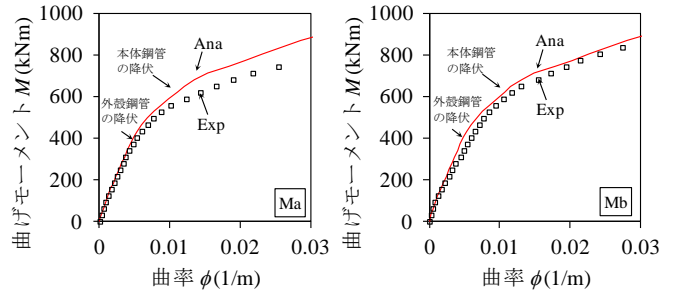


図11 M-φ関係 ($z=0.3\text{m}$)

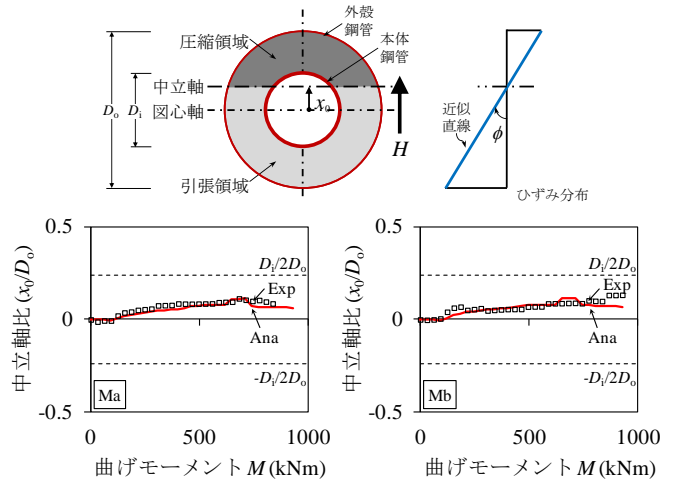


図12 M- x_0/D_0 関係 ($z=0.3\text{m}$)

【第 27 回フロンティア技術検討会】

第27回フロンティア技術検討会

【日 時】平成27年10月29日(木) 14:00 ~ 19:15

【場 所】中嶋神社 蓬峯殿(室蘭市)

【参加者】96名

昨年度のフロンティア技術検討会では「水素エネルギー社会の実現に向けて」というテーマで、政策動向、エネルギーシステムの社会的改革、そして利用におけるキーテクノロジーである燃料電池および燃料電池車に関して話題提供がありました。

今年度は、さらに水素エネルギー社会の実現に向けて必要とされる技術革新について、製造・貯蔵・輸送・利用の観点から講演を頂き、室蘭地域の産業振興および住民生活との関わりを考えていきます。

【講演会】

テーマ：水素社会と技術革新

【開会挨拶】

国立大学法人 室蘭工業大学長 空閑 良壽

● 講演1 [製造] 国内の水素市場と北海道における水素動向 (40分講演)

講 師 エア・ウォーター株式会社 産業カンパニー 産業ガス関連事業部
エアガス部(札幌) 担当部長 高橋 宏史 氏

国内の産業ガスとしての水素ガス需要と市場、用途、供給・製造方法とエネルギーとしての水素について国の取り組み(エネルギー基本計画、水素・燃料電池戦略ロードマップ)。そして、北海道における水素実証事業や推進組織等の最新動向について説明する。

● 講演2 [貯蔵] 材料における水素利活用と水素貯蔵技術 -金属工学の視点から- (40分講演)

講 師 室蘭工業大学 環境調和材料工学研究センター 教授 亀川 厚則 氏

本講演で材料における水素について概観し、安全・安心に水素を貯蔵する幾つかの技術について解説する。また将来技術として、水素の利用をエネルギーとしてだけでなく、金属材料への有用な添加剤とした研究例についても紹介する。

● 講演3 [輸送] 水素社会と技術革新 -水素パイプライン輸送の課題と展望- (40分講演)

講 師 日鉄住金パイプライン&エンジニアリング株式会社
フロンティアマーケット部ゼネラルマネジャー 牧野 弘二 氏

水素社会の実現に向けて、2013年から本格的に商用水素ステーションの建設が開始され、国は2015年をFCV普及元年と位置づけました。これから水素社会を遂行するためには、水素パイプラインの役割が重要となる。水素パイプラインの現状と課題について。また、今後の水素パイプラインを基幹とした水素社会の展望を説明し、最後に日鉄住金P&Eの水素ステーションへの取組について説明する。

● 講演4 [利用] スマートコミュニティを支えるエネルギーマネジメント (40分講演)

講 師 清水建設株式会社 技術研究所 エネルギー技術センター 主任研究員

工学博士 森野 仁夫 氏

再生可能エネルギーの導入拡大，電力とガスの自由化，水素エネルギー利用の進展など，現在，わが国のエネルギー需給を取り巻く環境が大きく変化しようとしている．また一方では，ICT技術の発展を背景に，エネルギー利用効率や生活の利便性の向上などを実現するスマートコミュニティが具現化されつつある．本講演では，今後の都市の一形態として想定されるスマートコミュニティを例に，これを支えるエネルギーマネジメント技術の最近の動向と，スマートコミュニティの実例について紹介する．

【産・学・官交流会】 (90分)

主 催：室蘭地域産学官連携事業実行委員会

委員会構成

- ・室蘭工業大学 地域共同研究開発センター
- ・室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 研究協力会
- ・(公財)室蘭テクノセンター
- ・産学交流プラザ「創造」

後 援：北海道胆振総合振興局，室蘭市，登別市，伊達市，室蘭商工会議所，登別商工会議所，伊達商工会議所，室蘭信用金庫，伊達信用金庫，北洋銀行，北海道銀行，日本政策金融公庫，北海道新聞社 室蘭支社，室蘭民報社，北海道中小企業家同友会 西胆振支部，北海道 I M連携促進会

【平成 27 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27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	高効率バイオコークスの加炭材としての適応方法の研究開発	※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
2	音響計測によるコンクリート壁面高速診断システムの開発	※しくみ情報系領域 教授 板倉 賢一	(株)メイセイ・エンジニアリング 技術部調査課 技師 田中 秀典
3	SiC/SiC ターゲット用新製造プロセスの検討	※もの創造系領域 OASIS 機構長 朴 峻秀 香山 晃 もの創造系領域 准教授 岸本 弘立 助教 中里 直史 学術研究員 神田 千智 学術研究員 早坂 大輔	大阪大学 素粒子物理学実験研究グループ 准教授 青木 正治
4	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 教授 佐伯 功	(株)ディ・ビー・シー・システム 研究所 研究部長 吉岡 隆幸
5	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 准教授 川村 志麻	(有)ネオサイエンス 社長 城森 明
6	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 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
7	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 准教授 小室 雅人	三井住友建設(株) 技術開発センター 三上 浩
8	リチウムイオン内包フラーレン誘導体の生物活性に関する研究	※くらし環境系領域 教授 中野 博人	イデア・インターナショナル(株) 代表取締役 笠間 泰彦 東北大学 大学院 理学研究所 准教授 権 垠相

民間等との共同研究

NO	大学側研究代表者	件数				
1	もの創造系領域 教授 清水 一道	12	14	くらし環境系領域	講師 栗橋 祐介	2
2	くらし環境系領域 准教授 小室 雅人	5	15	くらし環境系領域	教授 濱 幸雄	2
3	もの創造系領域 教授 世利 修美	4	16	くらし環境系領域	教授 溝口 光男	2
4	地域共同研究開発センター 准教授 片石 温美	4	17	もの創造系領域	教授 今井 良二	1
5	もの創造系領域 准教授 境 昌宏	3	18	くらし環境系領域	教授 大平 勇一	1
6	もの創造系領域 教授 相津 佳永	2	19	もの創造系領域	教授 岸本 弘立	1
7	もの創造系領域 講師 長船 康裕	2	20	くらし環境系領域	助教 崔 亨吉	1
8	もの創造系領域 教授 風間 俊治	2	21	もの創造系領域	教授 佐伯 功	1
9	もの創造系領域 教授 花島 直彦	2	22	くらし環境系領域	准教授 徳楽 清孝	1
10	航空宇宙機システム研究センター 教授 東野 和幸	2	23	くらし環境系領域	助教 永井 宏	1
11	しくみ情報系領域 准教授 梶原 秀一	2	24	しくみ情報系領域	教授 永野 宏治	1
12	しくみ情報系領域 教授 岸上 順一	2	25	くらし環境系領域	教授 庭山 聡美	1
13	もの創造系領域 教授 亀川 厚則	2	26	しくみ情報系領域	教授 福田 永	1
			27	もの創造系領域	講師 松本 大樹	1
			28	くらし環境系領域	助教 馬渡 康輝	1
			29	しくみ情報系領域	准教授 渡邊 浩太	1
			30	もの創造系領域	教授 河合 秀樹	1

31	もの創造系領域	助 教	河内 邦夫	1	36	しくみ情報系領域	准教授	倉重健太郎	1
32	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	1	37	しくみ情報系領域	教授	板倉 賢一	1
			斎藤 英之	1	38	もの創造系領域	教授	樋口 健	1
34	暮らし環境系領域	准教授	山中 真也	1	39	OASIS(環境・エネルギーシステム材料研究機構)	准教授	朴 峻秀	1
35	暮らし環境系領域	准教授	菅田 紀之	1					

民間機関等からの受託研究

NO	大学側研究代表者	件数	10	もの創造系領域	教授	河合 秀樹	1		
1	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	11	もの創造系領域	助 教	河内 邦夫	1		
			12	しくみ情報系領域	教授	佐藤 孝紀	1		
2	もの創造系領域	教授	清水 一道	3	13	暮らし環境系領域	教授	チャン ヨン Chol	1
3	もの創造系領域	教授	平井 伸治	2					
4	暮らし環境系領域	准教授	吉田 英樹	2	14	暮らし環境系領域	教授	中津川 誠	1
5	しくみ情報系領域	教授	塩谷 浩之	2	15	暮らし環境系領域	教授	濱 幸雄	1
6	もの創造系領域	教授	樋口 健	2	16	もの創造系領域	教授	藤木 裕行	1
7	もの創造系領域	教授	相津 佳永	1	17	もの創造系領域	講師	松本 大樹	1
8	暮らし環境系領域	教授	上道 芳夫	1	18	暮らし環境系領域	准教授	山中 真也	1
9	もの創造系領域	教授	亀川 厚則	1	19	暮らし環境系領域	准教授	徳楽 清孝	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	タンパク質・ペプチドの定量分析法の開発	※暮らし環境系領域 教授 庭山 聡美	和光純薬工業(株) 臨床検査薬事業部 臨床検査薬開発本部 主任研究員 黒野 定 臨床検査薬開発本部 本部長 中村 賢治
2	BIM による地域ソーシャルデータの空間的可視化・管理システムの開発	※暮らし環境系領域 助 教 浅田 拓海	HRS(株) 代表取締役社長 鈴木 哲夫 環境防災部 主任技師 山本 岳
3	ダイカスト鑄造用金型の長寿命化に関する研究	※もの創造系領域 講 師 長船 康裕	ホクダイ(株) 社 長 北原総一郎
4	中詰め二重管方式による回転貫入鋼管杭の水平抵抗機構に関する研究	※暮らし環境系領域 助 教 永井 宏	千代田工営(株) 技術開発部 取締役 部長 篠原 敏雄 代表取締役 吉田 耕之

平成27年度研究シーズ出展助成事業

①出展研究シーズ名：超音波振動アクチュエーション

申請教員：しくみ情報系領域 教授 青柳 学

展示会名：TECNO-FRONTIER2015 第24回モーションエンジニアリング展

開催場所：幕張メッセ 4 ～ 8 ホール(〒261-0023 千葉市美浜区中瀬2-1)

開催期間：平成27年5月20日(水) ～ 22日(金)

入場者数：11,633名

出展内容：日本機械学会機素潤滑設計部門アクチュエータ技術企画委員会の出展企画(10小間)に参加し、研究成果物の実働展示を行った。1小間の展示スペースにおいて次の装置を展示し、実演を行った。

- 超音波浮揚 2次元搬送装置
(平板状物体を浮揚させ、非接触で平面内での搬送を実演)
- リニア超音波モータステージ(積層圧電体を用いたリニアステージの実働展示)
- パイプを用いた音響浮揚・搬送装置
(パイプ内外に形成した強力音場による微小物体の保持・搬送の実演)
- ジャイロモーメント・モータのアミューズメント・トイへの応用

(振動を伴う回転動作により発生する錯視現象を体験)

さらに、小間の間仕切り板に展示に関する 5 枚のポスターを掲示して、来場者の目を引くようにするとともに、展示物の説明に用いた。

会場では関連した 13 件の展示会が同時開催され、期間中の来場登録者数は 32,160 名であり、当方の出展には 9,759 名の来場登録者があった(主催者発表)。事前に用意した資料(約 400 部)はすべて来場者に配布された。当方の出展スペースには多くの方々が訪れ、説明担当者はほとんど休みなく来場者に対応した。本展示会の来場者の 44.8%が設計・研究・開発に従事しており、応用を想定した技術的な相談や研究開発の相談なども多くあり、研究シーズの発信に非常に効果的であった。この展示会で多くの来場者に興味を持って頂き、本学の研究シーズを face to face で広く紹介することができた。よって、本展示の目的は十分に達成された。

②出展研究シーズ名：北洋ものづくりテクノフェア2015

申請教員：ひと文化系領域 准教授 上村浩信

展示会名：共同研究発掘フェア in 北洋ものづくりテクノフェア2015

開催場所：アクセスサッポロ メイン会場 2階 レセプションホール(札幌市)

開催期間：平成27年7月23日(木) 10:00~17:00

入場者数：4,400名

出展内容：ニオイを測定することから得られた情報をもとに携帯型のニオイ測定装置の開発についてレセプションホールで

1. 食品の産地特定

2. 疾患を有する人の呼気情報から疾患を診断できるニオイ測定装置システムの開発。

について発表を行った。

展示会場ではポスターとニオイセンシングシステム測定機器の展示を行い、測定の実演を行った。展示した機器は、ニオイセンシングシステムによる測定装置。

写真は、展示会場で、高校生と関係者にデモンストレーションを行っているところである。

今回の展示、実演、発表については初めての試みであった。

③出展研究シーズ名：シソが認知症を予防しよう！

～ 抗アルツハイマー剤の新規微量探索システム ～

申請教員：くらし環境系領域 准教授 徳楽 清孝

展示会名：イノベーション・ジャパン2015 ～ 大学見本市&ビジネスマッチング ～

開催場所：東京ビッグサイト 東京都江東区有明3-11-1(東京都)

開催期間：平成27年8月27日(木) 9:30 ~ 17:30、28日(金) 10:00 ~ 17:00

入場者数：20,662名

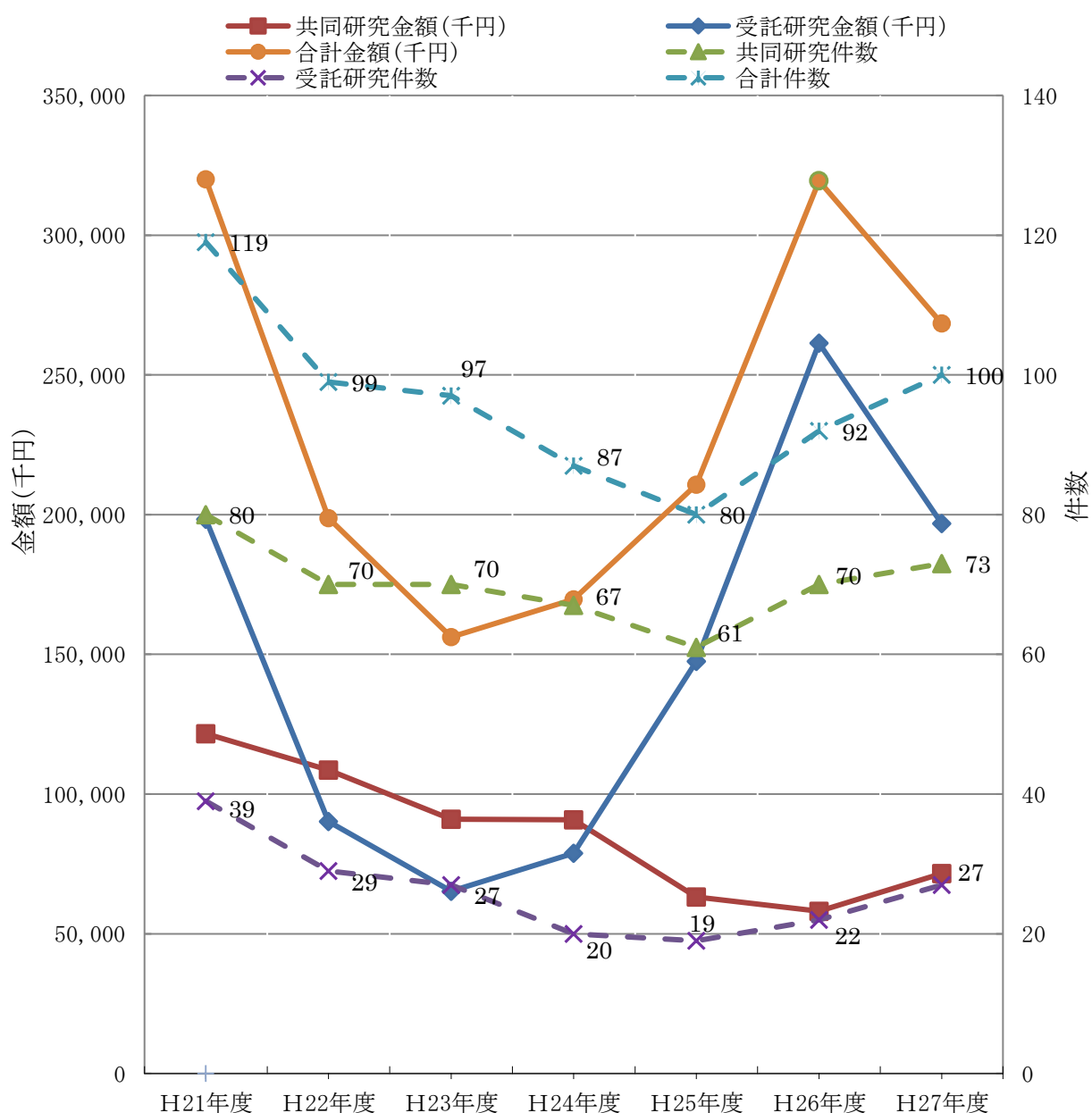
出展状況：パネル展示、サンプル展示、プレゼン

技術相談

① 31 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

	H21年度	H22年度	H23年度	H24年度	H25年度	H26年度	H27年度
共同研究金額(千円)	121,628	108,559	90,961	90,817	63,202	58,084	71,551
受託研究金額(千円)	198,380	90,219	65,243	78,841	147,472	261,349	196,839
合計金額(千円)	320,008	198,778	156,204	169,658	210,674	319,433	268,390
共同研究件数	80	70	70	67	61	70	73
受託研究件数	39	29	27	20	19	22	27
合計件数	119	99	97	87	80	92	100



「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27年度 事業活動】

研究の活性化，共同研究の推進

外部資金獲得，研究シーズの紹介・活動

人材教育

セミナー，研修会，交流会の開催

他機関との連携活動

各種展示会への出展

他機関との連携活動

他機関主催事業への参加(ニーズ・情報の収集活動)

広報

平成 27 年度 事業活動

1. 研究の活性化、共同研究の推進(61 頁)

- (1)平成 27 年度プレ共同研究(審査)(4 件)
- (2)平成 28 年度共同研究プロジェクト(審査)(4 件)
- (3)研究協力会役員会および総会
- (4)(株)電制との共同研究会議(6 回)
- (5)(株)北央技研との共同研究会議(6 回)
- (6)札幌医大との共同研究会議(2 回)
- (7)創作工房せきね塩製造打合せ(6 回)
- (8)東亜製薬(株)との共同研究会議(4 回)
- (9)(株)メイセイエンジニアリングとの共同研究会議(18 回)
- (10)(株)郷葉との共同研究会議(8 回)
- (11)HR S(株)との共同研究会議(2 回)
- (12)(株)阿部産業との共同研究会議(10 回)
- (13)清水建設(株)・京大・室工大共同研究 事前打ち合わせ
- (14)千代田商事(株)との共同研究会議(2 回)
- (15)第 27 回国立大学法人共同研究センター長等会議
- (16)技術相談(31 件)

2. 外部資金獲得、研究シーズの紹介・活動(64 頁)

- (1)JST マッチングプランナープログラム等の申請に対するコーディネート(14 件)
- (2)JST マッチングプランナープログラム等事業説明会
- (3)道内企業と道内大学、高専、公設試の共同研究発掘フェア
- (4)JST「北海道地域 3 大学 1 高専 1 公設試 新技術説明会」(関係分)(2 件)
- (5)センター来訪者(3 件)
- (6)企業訪問(46 件)

3. 人材育成(65 頁)

- (1)MOT(技術経営)実践講座(4 回)
- (2)スーパー連携大学院
- (3)胆振次世代経営革新塾(9 回)

4. セミナー、研修会、交流会の開催(66 頁)

- (1)CRD セミナー(2 件)
- (2)室工大&機械工業会コラボによる高度技術研修(2015 ものづくり技術セミナー)
- (3)第 27 回フロンティア技術検討会
- (4)第 8 回道内電気計装エンジニアリング研修会
- (5)道内金型技術研究会(3 件)

5. 他機関との連携活動(68 頁)

- (1)HiNT 協議会・連絡会・セミナー(11 回)
- (2)産学交流プラザ「創造」(12 回)
- (3)蘭参会(名刺交換会)(4 回)
- (4)北海道立総合研究機構との包括連携に関する会議およびシンポジウム(3 回)
- (5)コラボ産学官(総会、講演会)(2 回)
- (6)全道産学官ネットワーク推進協議会
- (7)北海道産学官プラットフォーム旭川
- (8)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
- (9)コーディネーター会議および室蘭テクノセンター理事会(10 回)
- (10)オープンイノベーション推進協議会
- (11)その他会議、連絡会(3 回)

6. 各種展示会への出展(72 頁)

- (1)北洋銀行ものづくりテクノフェア 2015
- (2)ビジネスEXPO「第29回北海道 技術・ビジネス交流会」
- (3)イノベーション・ジャパン 2015(～大学見本市&ビジネスマッチング～)

- (4) メッセナゴヤ 2015
- (5) 展示会出展助成事業(3 件)

7. 他機関主催事業への参加(ニーズ・情報の収集活動) (73 頁)

- (1) 中小企業家同友会
- (2) 北海道立総合研究機構 工業試験場 成果発表会
- (3) 北海道医療福祉産業研究会(3 回)

8. 広報(74 頁)

- (1) 定期刊行物(平成 28 年 3 月)(2 件)
- (2) 学内講義棟での展示(16 名/2 ヶ月)

1. 研究の活性化、共同研究の推進(16件)

(1) 平成27年度プレ共同研究(審査)(4件)

- ① 中詰め二重管方式による回転貫入鋼管杭の水平抵抗機構に関する研究(9:00～10:00)
くらし環境系領域 助教 永井 宏
- ② BIMによる地域ソーシャルデータの空間的可視化・管理システムの開発(10:00～11:00)
くらし環境系領域 助教 浅田 拓海
- ③ タンパク質・ペプチドの定量分析法の開発(11:00～12:00)
しくみ情報系領域 教授 庭山 聡美
- ④ ダイカスト casting 用金型の長寿命化に関する研究(14:00～15:00)
もの創造系領域 講師 長船 康裕

日 時：平成27年8月31日(月)

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

(2) 平成28年度共同研究プロジェクト(審査)(4件)

- ① 加速器材料としてのSiC/SiCの可能性の探索(9:00～10:00)
もの創造系領域 准教授 朴 峻秀
- 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(10:00～11:00)
くらし環境系領域 准教授 小室 雅人
- ③ 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
(11:00～12:00)
くらし環境系領域 講師 栗橋 祐介
- ④ 大型建設機械バルブボディ用強度化厚肉鋳物の研究開発(14:00～15:00)
もの創造系領域 教授 清水 一道

日 時：平成28年2月29日(月)

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

(3) 研究協力会役員会および総会

【議 題】

1. 平成26年度活動・決算報告
2. 平成27年度事業計画(案)、予算(案)等を協議

【報 告】

演 題：地(知)の拠点大学による地方創生推進事業(COCプラス)について
地域共同研究開発センター センター長・特任教授 那須 守

【特別講演】

演 題：地域に貢献できるロボット技術について考える
もの創造系領域 教授 花島 直彦

【情報交換会】

日 時：平成27年7月8日(水) 14:00～19:00

場 所：中嶋神社 蓬峯殿(室蘭市)

参加者：46名

(4) (株)電制との共同研究会議(6回)

- ① 日 時：平成27年5月21日(木) 14:00～15:30
- ② 日 時：平成27年8月4日(火) 15:00～16:40
- ③ 日 時：平成27年10月8日(木) 15:00～16:40
- ④ 日 時：平成27年12月14日(月) 10:30～12:30
- ⑤ 日 時：平成28年2月8日(月) 15:00～17:00
- ⑥ 日 時：平成28年3月28日(月) 15:00～16:30

参加者：6～9名(相津先生 他)

場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 会議室

(5) (株)北央技研との共同研究会議(6回)

- ①日 時：平成27年4月3日(金) 10:30～11:30
- ②日 時：平成27年5月22日(金) 14:00～15:00

場 所：室蘭工業大学 B312
参加者：3～4名(花島先生 他)

- ③日 時：平成27年5月26日(火) 13:30～15:30

場 所：(株)北央技研事務所
参加者：4名(吉田社長 他)

- ④日 時：平成27年6月26日(金) 13:00～14:00

場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 会議室
参加者：3名(花島先生 他)

- ⑤日 時：平成27年7月30日(木) 14:30～15:30

場 所：(株)北央技研事務所
参加者：2名(吉田社長 他)

- ⑥日 時：平成27年8月3日(月) 10:00～10:30

場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 会議室
参加者：3名(花島先生 他)

(6) 札幌医大との共同研究会議(2回)

- ①日 時：平成27年5月25日(月) 15:00～17:30
- ②日 時：平成27年9月7日(月) 15:00～17:30

場 所：R&Bパーク札幌大通サテライト(札幌市)
参加者：5名

(7) 創作工房せきね塩製造打合せ(6回)

- ①日 時：平成27年4月9日(木) 10:00～12:00
- ②日 時：平成27年5月7日(木) 10:00～12:00
- ③日 時：平成27年6月9日(火) 10:00～12:00
- ④日 時：平成27年7月1日(水) 10:00～12:00
- ⑤日 時：平成27年8月20日(木) 10:00～12:00
- ⑥日 時：平成27年10月22日(木) 10:00～12:00

場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 会議室
参加者：5～8名(桃野先生、山中先生 他)

(8) 東亜製薬(株)との共同研究会議(4回)

- ①日 時：平成27年5月8日(金) 10:00～12:00
- ②日 時：平成27年7月29日(木) 10:00～12:00
- ③日 時：平成27年8月27日(木) 10:00～12:00
- ④日 時：平成28年3月15日(火) 10:00～12:00

場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 会議室
参加者：3～7名(那須先生、石坂コーディネーター 他)

(9) (株)メイセイエンジニアリングとの共同研究会議(18回)

- ①日 時：平成27年5月12日(火) 11:00～12:00
- ②日 時：平成27年6月9日(火) 11:00～12:00
- ③日 時：平成27年7月16日(木) 11:00～12:00
- ④日 時：平成27年8月27日(木) 11:00～12:00
- ⑤日 時：平成27年8月31日(月) 11:00～12:00
- ⑥日 時：平成27年9月24日(木) 11:00～12:00
- ⑦日 時：平成27年10月30日(金) 11:00～12:00
- ⑧日 時：平成27年11月6日(金) 11:00～12:00
- ⑨日 時：平成27年11月24日(金) 11:00～12:00
- ⑩日 時：平成27年12月4日(金) 11:00～12:00
- ⑪日 時：平成27年12月11日(金) 11:00～12:00

- ⑫日 時：平成27年12月18日(火) 11:00～12:00
- ⑬日 時：平成28年1月8日(金) 11:00～12:00
- ⑭日 時：平成28年1月15日(金) 11:00～12:00
- ⑮日 時：平成28年1月22日(金) 11:00～12:00
- ⑯日 時：平成28年1月29日(金) 11:00～12:00
- ⑰日 時：平成28年2月4日(木) 11:00～12:00
- ⑱日 時：平成28年2月10日(水) 11:00～12:00

場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 会議室
参加者：3～5名(板倉先生 他)

(10) (株)郷葉との共同研究会議(8回)

- ①日 時：平成27年4月9日(木) 14:00～15:30
- ②日 時：平成27年5月13日(水) 13:00～15:00
- ③日 時：平成27年5月27日(水) 13:00～14:30
- ④日 時：平成27年6月29日(月) 15:00～16:40
- ⑤日 時：平成27年7月23日(木) 15:00～17:00
- ⑥日 時：平成27年9月10日(木) 10:00～11:10
- ⑦日 時：平成27年11月5日(木) 13:00～15:00
- ⑧日 時：平成27年12月10日(木) 10:00～11:30

場 所：室蘭工業大学 D324
参加者：6～8名(溝口、永井先生 他)

(11) HRS (株)との共同研究会議(2回)

- ①日 時：平成27年9月24日(木) 14:00～16:00
場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 会議室
- ②日 時：平成27年10月21日(水) 14:00～15:30
場 所：室蘭工業大学 土木小会議室

参加者：6～8名(有村先生、浅田先生、那須先生 他)

(12) (株)阿部産業との共同研究会議(10回)

- ①日 時：平成27年4月10日(金) 10:00～12:00
- ②日 時：平成27年5月18日(月) 16:30～17:30
- ③日 時：平成27年6月1日(月) 15:00～16:30
- ④日 時：平成27年6月12日(金) 15:30～16:30

場 所：室蘭工業大学 U206
参加者：5名(徳樂先生 他)

- ⑤日 時：平成27年6月23日(火) 10:00～11:30
場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 会議室
参加者：4名(センター長 他)
- ⑥日 時：平成27年7月9日(木) 16:30～17:30
- ⑦日 時：平成27年7月23日(木) 16:00～17:30
- ⑧日 時：平成27年8月10日(月) 11:00～11:30
- ⑨日 時：平成27年8月19日(水) 15:30～17:00
- ⑩日 時：平成27年9月1日(火) 16:30～18:00

場 所：室蘭工業大学 U206
参加者：4～7名(徳樂先生 他)

(13) 清水建設(株)・京大・室工大共同研究 事前打ち合わせ

日 時：平成27年11月19日(木) 9:00～12:00
場 所：清水建設(株) 技術研究所(東京都)
参加者：11名

(14) 千代田商事(株)との共同研究会議(2回)

- ①日 時：平成27年11月27日(金) 13:00～17:30
場 所：千代田商事(株)(東京都)

- ②日 時：平成28年3月29日(火) 13:00 ～ 15:00
場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 会議室
参加者：9 ～ 8名

(15) 第 27 回国立大学法人 共同研究センター長等会議

- 日 時：平成27年9月17日(木) 13:30 ～ 20:00、18日(金) 9:30 ～ 12:00
場 所：電気通信大学(東京都)
参加者 200名

(16) 技術相談(31件)

2. 外部資金獲得、研究シーズの紹介・活動(6件)

(1) JST マッチングプランナープログラムの申請に対するコーディネート(14件)

(2) JST マッチングプランナープログラム事業説明会

- ①日 時：平成27年6月12日(金) 14:00 ～ 16:00
場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 産学交流室
参加者：10名

(3) 道内企業と道内大学、高専、公設試の共同研究発掘フェア

(北洋銀行ものづくりテクノフェア 2015 と同時開催)

～産学官金連携で「まち・ひと・しごと創生」の実現を～

- ①「周波数引き込み(同期)現象を利用した制御技術理論構築およびその応用」
しくみ情報系領域 准教授 梶原 秀一
②「ニオイ情報による携帯型ニオイセンシングシステムの開発」
ひと文化系領域 准教授 上村 浩信

主 催：帯広畜産大学、北見工業大学、札幌市立大学、はこだて未来大学、北海道科学大学、北海道大学、室蘭工業大学、旭川工業高等専門学校、釧路工業高等専門学校、(地財)函館地域産業振興財団、(地独)北海道立総合研究機構、北洋銀行北大リサーチ&ビジネスパーク推進協議会

- 日 時：平成27年7月23日(木) 13:00 ～ 17:00
場 所：アクセスサッポロ(札幌市)
参加者：約 4,400名 参加企業：209社・団体

(4) JST「北海道地域3大学1高専1公設試 新技術説明会」(関係分)(2件)

- ①「高純度なIGZOを安価で簡単に製作する方法」
室蘭工業大学 大学院工学研究科 もの創造系領域 教授 世利 修美
「貝殻ナノパウダー ～環境浄化剤としての再生～」
室蘭工業大学 大学院工学研究科 環境創生工学系専攻 准教授 山中 真也
日 時：平成28年1月19日(火) 13:00 ～ 16:00
参加者：239名
②「家畜伝染病予防のための待ち受け消毒用着色粒状散布剤」
室蘭工業大学 大学院工学研究科 環境創生工学系専攻 准教授 徳樂 清孝
日 時：平成28年3月8日(火) 10:00 ～ 15:25
参加者：101名
場 所：JST 東京本部別館 1F(東京都市ヶ谷)

(5) センター来訪者(3件)

- ①日 時：平成27年8月31日(月) 13:00 ～ 14:00
企業名：北海道中小企業総合支援センター(北海道中小企業応援ファンドの説明)
参加者：4名
②日 時：平成27年9月8日(火) 13:00 ～ 15:00
企業名：(株)日比野メッキ
参加者：4名
③日 時：平成27年9月29日(火) 13:00 ～ 15:00
企業名：(医)五紀会 室蘭太平洋病院、(株)LAN
参加者：5名

場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 会議室

(6)企業訪問(46件)

3.人材育成(4件)

(1)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：「企業はなぜ5S・改善を行うのか？」

北海道機会工業会 技術アドバイザー 堀口 敬

日 時：平成27年7月6日(月) 10:25 ~ 11:55

参加者：41名

②第2回(技術経営)実践講座

テーマ：「新商品の開発とベンチャー企業との連携」

(株)三好製作所 専務取締役兼務室蘭工場長 川村 佳敬

日 時：平成27年7月13日(月) 10:25 ~ 11:55

参加者：61名

③第3回 MOT(技術経営)実践講座

テーマ：「“ものづくりは人づくり” 志と技術経営」

興和工業(株) 代表取締役 鈴木 高士

日 時：平成27年7月23日(木) 10:25 ~ 11:55

参加者：66名

④第4回 MOT(技術経営)実践講座

テーマ：「ものづくりの志と技術経営」

(株)ダイナックス 開発本部長 小川 真

日 時：平成27年7月27日(月) 10:25 ~ 11:55

参加者：68名

主 催：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター

場 所：室蘭工業大学 N301 講義室

(2)スーパー連携大学院室蘭フォーラム

【主催者挨拶】

室蘭工業大学 学長 空閑 良壽

【講演】

スーパー連携大学院と大学院改組編成に関する講演

室蘭工業大学 理事(学術担当)・副学長 松田 瑞史

【基調講演】

地域産業の活性化と、人材育成について

王子製紙(株) 苫小牧工場 研究技術部長 猪股 哲哉

石炭地下ガス化(UCG)プロセスの開発

室蘭工業大学 しくみ情報系領域 教授 板倉 賢一

【パネルディスカッション】

【情報交換会】

日 時：平成28年3月18日(金) 16:30 ~ 17:30

参加者：102名

(3)胆振次世代革新塾 ～「組織」で今、何が問題か?～

「組織」の根本的な問題を「自ら」解決する力を鍛える!!(9回)

①胆振次世代革新セミナー

日 時：平成27年4月10日(金) 15:00 ~ 16:30

場 所：中嶋神社 蓬峯殿(室蘭市)

参加者：14名

②テーマ：「問題解決力 スキルアップ(問題分析力、原因分析力)」

テーマI：「組織を動かす見えない文化」

法政大学 地域研究センター 客員研究員 中島 ゆき

【情報交換会】

日 時：平成 27 年 9 月 10 日(木) 19:00 ~ 21:00

参加者：28 名

③テーマ：「問題解決力 スキルアップ(問題分析力、原因分析力)」

テーマ I：「経営戦略と組織開発の基礎「腐らない組織にするために」

元花王役員/元法政大学 教授 北原 正敏

日 時：平成 27 年 9 月 15 日(火) 19:00 ~ 21:00

参加者：28 名

④テーマ：「問題解決力 スキルアップ(問題分析力、原因分析力)」

テーマ I：「グループワーク ①」

ファシリテーション 客員研究員 中島 ゆき

日 時：平成 27 年 9 月 30 日(水) 19:00 ~ 21:00

参加者：26 名

⑤テーマ：「問題解決力 スキルアップ(決定力析力)」

テーマ I：意志決定論「人の行動は何で決定されるか」

崇城大学 教授 永松 俊雄

日 時：平成 27 年 10 月 15 日(木) 19:00 ~ 21:00

参加者：29 名

⑥テーマ：「問題解決力 スキルアップ(決定力析力)」

テーマ I：「グループワーク ②」

崇城大学 教授 永松 俊雄

日 時：平成 27 年 10 月 29 日(水) 19:00 ~ 21:00

参加者：27 名

⑦テーマ：「問題解決力 スキルアップ(実現分析力)」

テーマ I：リーダーシップ開発論の基礎「リーダーたちは、今、なにをすべきか」

元花王役員/元法政大学 教授 北原 正敏

日 時：平成 27 年 11 月 10 日(火) 19:00 ~ 21:00

参加者：24 名

⑧テーマ：「問題解決力 スキルアップ(実現分析力)」

テーマ I：事例研究「わが社の人材育成、社内改善」現場で起きるリアルな問題を考えよう

日 時：平成 27 年 11 月 26 日(木) 19:00 ~ 21:00

参加者：26 名

⑨テーマ：「問題解決力 スキルアップ(実現分析力)」

テーマ I：「グループワーク③&発表会」

ファシリテーション 客員研究員 中島 ゆき

【情報交換会】

日 時：平成 27 年 12 月 3 日(木) 19:00 ~ 21:00

参加者：27 名

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

主 催：『ものづくり企業活性化チーム 学・官・金 室蘭』

構成 室蘭工業大学 地域共同研究開発センター：室蘭市 経済部 産業振興課

(公財)室蘭テクノセンター

：室蘭信用金庫

4. セミナー、研修会、交流会の開催(5件)

(1) CRD セミナー(2件)

①第1回 CRD セミナー

開会挨拶：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター長

特任教授 那須 守

テーマ I：「地域連携とものづくり・ひとづくり」

【情報交換会】

主 催：室蘭工業大学 同窓会小樽支部
日 時：平成27年10月31日(土) 17:00 ～ 21:15
場 所：ニュー三幸(小樽市)
参加者：42名

② 苫小牧地域産学官金連携セミナー2015「ものづくりと環境」(第2回 CRD セミナー)

テーマⅠ：「寒冷地対応未来型エネルギーハウスについて」
苫小牧工業高等専門学校 機械工学科 教授 菊地 和重
テーマⅡ：「ものづくり技術による地域創生 ～ 室蘭におけるシッパーサイクル事業 ～」
室蘭工業大学 ものづくり基盤センター長・もの創造系領域 教授 清水 一道

主 催：苫小牧地域ものづくり産業振興のための産学官金連携実行委員会
後 援：苫小牧市、苫小牧市教育委員会、室蘭工業大 学地域共同研究開発センター 研究協力会
苫小牧工業高等専門学校 協力会
日 時：平成 28 年 1 月 25 日(金) 15:00 ～ 17:00
場 所：グランドホテルニュー王子 2 階 若葉の間(苫小牧市)
参加者：31名

(2) 室工大&機械工業会コラボによる高度技術研修(2015 ものづくり技術セミナー)

テーマ：ものづくりのための最新ロボットの活用法
テーマⅠ：ロボット技術の概要と最新の話
もの創造系領域 教授 花島 直彦
テーマⅡ：最新のハンドリングロボットとその応用
ファナック(株) ロボット事業本部 ロボット研究所 技師長 滝澤 克俊
テーマⅢ：工業試験場におけるロボット開発事例の紹介
北海道立総合研究機構 工業試験場 情報システム部 研究主任 浦池 隆文

主 催：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター
(一社)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：北海道プレス加工研究会、(公社)精密工学会 北海道支部、(一社)日本機械学会 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、室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 研究協力会、異業種交流プラザ“創造”
日 時：平成 27 年 1 月 13 日(水) 13:00 ～ 16:30
場 所：京王プラザホテル札幌 2 階 ローズ 札幌市中央区北 5 西 7-2-1(札幌市)
参加者：82名

(3) 第 27 回フロンティア技術検討会

総合テーマ：「水素社会と技術革新」
テーマⅠ：「国内の水素市場と北海道における水素動向」
エア・ウォーター(株) 産業カンパニー 産業ガス関連事業部
エアガス部(札幌) 担当部長 高橋 宏史
テーマⅡ：「材料における水素利活用と水素貯蔵技術—金属工学の視点から—」
もの創造系領域 教授 亀川 厚則
テーマⅢ：「水素社会と技術革新—水素パイプライン輸送の課題と展望—」
日鉄住金パイプライン&エンジニアリング(株)
フロンティアマーケット部 ゼネラルマネジャー 牧野 弘二
テーマⅣ：「スマートコミュニティを支えるエネルギーマネジメント」
清水建設(株) 技術研究所 エネルギー技術センター 主任研究員 森野 仁夫

【産・学・官交流会】

主 催：室蘭地域産学官連携事業実行委員会

委員会構成

室蘭工業大学 地域共同研究開発センター
室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 研究協力会
(公財)室蘭テクノセンター、産学交流プラザ「創造」

後援：北海道胆振総合振興局、室蘭市、登別市、伊達市、室蘭商工会議所、登別商工会議所
伊達商工会議所、室蘭信用金庫、伊達信用金庫、北洋銀行、北海道銀行
日本政策金融公庫、北海道新聞社 室蘭支社、室蘭民報社
北海道中小企業家同友会 西胆振支部、北海道IM連携促進会

日時：平成27年10月29日(木) 14:00～19:15

場所：中嶋神社 蓬峯殿(室蘭市)

参加者：96名

(4) 第8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(10:45～12:00)

テーマⅠ：「強化学習とその応用」

しくみ情報系領域 准教授 倉重 健太郎

最近技術動向(13:15～14:45)

テーマⅡ：「日本の人口減少社会をどう生きるか“世界を知って、変わろう北海道”」

(株)MHP S コントロールシステムズ スペシャルエキスパート(工学博士) 黒石 卓司

【討議】

日常的な技術課題(15:00～17:15)

テーマⅠ：「特殊センサーの悩み」

テーマⅡ：「老朽化設備の更新について」

日時：平成27年8月6日(木) 10:45～17:15

場所：日鉄住金テックスエンジニア(株) 室蘭支店(室蘭市)

参加者：22名

(5) 道内金型技術研究会(3件)

①第1回金型に関する勉強会&情報交換会

テーマ：岩手大学工学部「金型技術研究センター」& 新技術応用展開部門訪問

日時：平成27年7月9日(木)、10日(金)

場所：岩手大学 工学部

参加者：11名(桃野正先生 他)、参加団体：10団体

②第2回金型に関する勉強会&情報交換会

テーマ：地域ものづくり産業強化事業の実施状況

日時：平成27年10月19日(月) 13:30～15:30

場所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 産学交流室

参加者：12名(桃野正先生 他)

③第3回金型に関する勉強会&情報交換会

日時：平成28年2月26日(金) 13:30～16:30

場所：トヨタ自動車

参加者：12名

5. 他機関との連携活動(11件)

(1) HiNT 協議会・連絡会・セミナー(11回)

①主催：HiNT連絡会・セミナー

テーマ：イノベーション — その始まり、現在、未来 —

北海道大学 産学・地域協働推進機構 特任教授 荒磯 恒久

日時：平成27年4月15日(水) 15:30～18:00

参加者：20名

②主催：HiNT運営協議会

日時：平成27年5月19日(火) 10:00～12:00

参加者：18名

③主催：HiNT連絡会・セミナー

テーマ：胆振地域の水産物輸出の可能性と鮮度保持などの課題について

地域共同研究開発センター 准教授 古屋 温美

日 時：平成27年5月27日(水) 15:30 ～ 18:00

参加者：18名

④主 催：HiNT連絡会

日 時：平成27年6月17日(水) 15:30 ～ 18:00

参加者：9名

⑤主 催：HiNT連絡会

日 時：平成27年7月16日(木) 15:30 ～ 18:00

参加者：8名

⑥主 催：HiNT連絡会

日 時：平成27年9月15日(火) 16:30 ～ 17:00

参加者：9名

⑦主 催：HiNT連絡会

日 時：平成27年10月28日(水) 15:30 ～ 16:30

参加者：8名

⑧主 催：HiNT連絡会

日 時：平成27年11月18日(水) 15:30 ～ 16:30

参加者：9名

⑨主 催：HiNT連絡会

日 時：平成27年12月16日(水) 15:30 ～ 16:30

参加者：8名

⑩主 催：HiNT連絡会

日 時：平成28年1月7日(木) 15:30 ～ 16:30

参加者：8名

⑪主 催：HiNT運営協議会

日 時：平成28年3月22日(木) 15:30 ～ 16:30

参加者：8名

場 所：R&Bパーク札幌大通サテライト(札幌市)

(2)産学交流プラザ「創造」(12回)

①企業見学・事業紹介(質疑・意見交換会)

日 時：平成27年4月21日(火) 15:30 ～ 18:00

場 所：(株)今野鉄工所

参加者：29名

②第1回役員会

日 時：平成27年5月12日(火) 13:30 ～ 15:30

場 所：(公財)室蘭テクノセンター

参加者：10名

③総会・交流会

日 時：平成27年5月20日(水) 17:30 ～ 19:00

場 所：中嶋神社 蓬峯殿(室蘭市)

参加者：35名

④第2回役員会

日 時：平成27年6月3日(水) 14:00 ～ 16:30

場 所：(公財)室蘭テクノセンター

参加者：10名

⑤第3回役員会・定例会(意見交換会(小水力発電プロジェクトについて等))

日 時：平成27年6月22日(月) 16:00 ～ 20:00

場 所：かめや

参加者：32名

⑥定例会(事業紹介((株)スガテック))

日 時：平成27年8月25日(火) 17:00 ～ 20:00

場 所：(株)スガテック：かめや

参加者：26名

⑦日 時：平成27年9月15日(火) 10:00 ～ 11:00

場 所：蘭東下水処理場

参加者：15名

⑧定例会(企業見学(栽培水産試験場&Mランド))

日 時：平成27年9月29日(火) 15:00 ～ 19:00

場 所：室蘭栽培水試：かめや

参加者：19名

⑨他地域企業視察会(札幌、石狩方面)

日 時：平成27年10月21日(水) 8:00 ～ 22日(木) 17:00

場 所：(株)池田歯車、北海道立総合研究機構、ホクレンパールライス工場、玉造(株)
菱重特殊車両サービス(株)

参加者：11名

⑩定例会

講演：航空機関連部品製造分野への参入を目指して

日本品質保証機構 吉田 忠

日 時：平成27年11月9日(月) 17:00 ～ 19:30

場 所：かめや

参加者：17名

⑪室蘭市市議会 経済建設常任委員会との懇談会

日 時：平成27年11月16日(月) 10:15 ～ 12:00

場 所：(公財)室蘭テクノセンター

参加者：15名

⑫第4回役員会

日 時：平成28年2月10日(火) 15:00 ～ 19:00

場 所：(公財)室蘭テクノセンター

参加者：10名

(3) 蘭参会(名刺交換会)(4回)

①日 時：平成27年5月26日(火) 18:30 ～ 20:30

参加者：120名

②日 時：平成27年8月18日(火) 18:30 ～ 20:30

参加者：124名

③日 時：平成27年11月24日(火) 18:30 ～ 20:30

参加者：124名

③日 時：平成28年3月22日(火) 18:30 ～ 20:30

参加者：125名

場 所：中嶋神社 蓬峯殿(室蘭市)

(4) 北海道立総合研究機構との包括連携に関する会議およびシンポジウム(3回)

①協議会

日 時：平成27年4月24日(金) 9:00 ～ 17:30

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

②北海道立総合研究機構・栽培水試との意見交換会

日 時：平成27年11月9日(月) 13:15 ～ 16:00

場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 産学交流室

参加者：15名

③連携協定 記念講演会

【海と人、自然と産業の新たな姿を見いだすために】

【基調講演】

演 題：「北海道周辺に來遊するクジラたち」

日本クジライルカウォッチング協議会会長 写真家・海洋生物調査員 笹森 琴絵

【講演】

演 題 I：「建設材料工学の水産・海洋問題への貢献の可能性」

くらし環境系領域 教授 濱 幸雄

演 題Ⅱ：「室工大とともにさらなる水産業への貢献を目指して」

北海道立総合研究機構 栽培水産試験場 調査研究部 部長 佐々木 正義

日 時：平成27年11月30日(月) 13:30 ～ 16:00

場 所：中嶋神社 蓬峯殿(室蘭市)

参加者：120名

(5) コラボ産学官(総会等、理事会)(2回)ー

①第7回本部通常総会および第7回通常総会記念講演会

日 時：平成27年6月19日(金) 14:30 ～ 19:00

場 所：コラボ産学官 プラザ in Tokyo(朝日信用金庫(東京都台東区))

参加者：総会49名、講演会87名

②第10回本部常任理事会および第13回本部理事会合同会議

日 時：平成28年3月25日(木) 15:00 ～ 18:00

場 所：コラボ産学官 プラザ in Tokyo(朝日信用金庫(東京都台東区))

参加者：22名

(6) 全道産学官ネットワーク推進協議会

①日 時：平成27年10月26日(月) 13:30 ～ 19:00

場 所：北海道大学フード&メディカルイノベーション国際拠点

参加者：64名

(7) 北海道産学官プラットフォーム旭川

①日 時：平成27年11月19日(木) 13:30 ～ 17:30

場 所：ホテルラッソグランデ旭川(旭川市)

参加者：37名

(8) 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

①日 時：平成28年2月15日(月) 15:00 ～ 17:00

場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 会議室

参加者：5名

(9) コーディネーター会議(1回/2ヶ月)(8回)および室蘭テクノセンター理事会

①日 時：平成27年5月19日(火) 15:00 ～ 16:00

場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 産学交流室

②日 時：平成27年6月23日(火) 15:00 ～ 16:00

場 所：(公財)室蘭テクノセンター

③日 時：平成27年7月29日(水) 16:00 ～ 16:00

場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 産学交流室

④日 時：平成27年8月26日(火) 13:00 ～ 14:00

場 所：(公財)室蘭テクノセンター

⑤日 時：平成27年9月30日(水) 16:00 ～ 17:00

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

⑥日 時：平成27年10月28日(水) 16:00 ～ 17:00

場 所：(公財)室蘭テクノセンター

⑦日 時：平成27年12月16日(水) 16:00 ～ 17:00

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

⑧日 時：平成28年1月25日(月) 11:00 ～ 12:00

場 所：(公財)室蘭テクノセンター

⑨日 時：平成28年3月22日(水) 11:00 ～ 12:00

場 所：(公財)室蘭テクノセンター

参加者：7 ～ 10名

(10) オープンイノベーション推進協議会

日 時：平成27年4月22日(水) 14:00 ～ 16:50

場 所：品川インタヘシティホール

(11) その他会議、連絡会(3回)

①第二回室蘭創業支援ネットワーク会議

日 時：平成27年7月1日(金) 14:00 ～ 16:00

場 所：ホテルサンルート室蘭

参加者：22名(桃野正先生 他)

②北海道中小企業応援ファンド説明会

北海道中小企業総合支援センター

日 時：平成27年8月31日(月) 13:00 ～ 14:00

場 所：室蘭工業大学 地域共同研究開発センター 会議室

参加者：4名(那須、桃野正 他)

③北のものづくり総合技術検討会(会議)

日 時：平成27年7月17日(金) 17:45 ～ 19:35

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

出 席：15名

6. 各種展示会への出展(5件)

(1) 北洋銀行ものづくりテクノフェア2015

パネル展示等(本学関係分)

「加圧水型 DCHE 方式地熱発電と材料開発」

環境エネルギーシステム材料研究機構(OASIS) 機構長 香山 晃

「複合環境評価法による先進材料開発—FEEMA 計画」

環境エネルギーシステム材料研究機構(OASIS) 機構長 香山 晃

「周波数引き込み(同期)現象を利用した制御技術理論構築およびその応用」

しくみ情報系領域 准教授 梶原 秀一

「魔法の粉【貝殻ナノパウダー】」

くらし環境系領域 准教授 山中 真也

「ニオイ情報による携帯型ニオイセンシングシステムの開発」

ひと文化系領域 准教授 上村 浩信

主 催：北洋銀行

後 援：経済産業省北海道経済産業局、北海道、札幌市、(社)北海道機械工業会

北海道経済連合会、(社)北海道商工会議所連合会、(社)北海道中小企業家同友会

札幌商工会議所、(独)中小企業基盤整備機構北海道支部

(独)産業技術総合研究所北海道センター、(地独)北海道立総合研究機構

(社)北海道発明協会、(公財)北海道中小企業総合支援センター

(公財)北海道科学技術総合振興センター、北海道自動車産業集積促進協議会

札幌証券取引所、(財)省エネルギーセンター北海道支部、(公財)北海道環境財団

(財)さっぽろ産業振興財団、EMS-JP北海道、(株)北海道二十一世紀総合研究所

(独)土木研究所寒地土木研究所、旭川商工会議所

協 力：北海道大学、室蘭工業大学、小樽商科大学、帯広畜産大学、北見工業大学

札幌医科大学、札幌市立大学、函館工業高等専門学校、苫小牧工業高等専門学校

釧路工業高等専門学校、旭川工業高等専門学校

特別協力：帯広信用金庫、旭川信用金庫

協 賛：札幌コンベンションセンター

日 時：平成27年7月23日(木) 10:00 ～ 17:00

場 所：アクセスサッポロ(札幌市)

参加者：約4,400名 参加企業：209社・団体

(2) ビジネスEXPO「第29回北海道 技術・ビジネス交流会」

パネル展示等(本学関係分)

「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」

くらし環境系領域 講師 栗橋 祐介

「アスファルト舗装のマイクロ波加熱」

しくみ情報系領域 教授 鏡 慎

「プラスチック」を超えた羊毛が生み出す高機能材料」

環境調和材料工学研究センター長・もの創造系領域 教授 平井 伸治

「シソが認知症を予防しよう！～抗アルツハイマー剤の新規微量探索システム」

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

「銅酸化物高温超伝導体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{1-x}\text{Dy}_x\text{Cu}_2\text{O}_{8+d}$ の超伝導エネルギーギャップに対する Dy 添加効果」

もの創造系領域 准教授 桃野 直樹

主催：北海道 技術・ビジネス交流会 実行委員会

日時：平成 27 年 11 月 5 日(木) 10:00 ～ 17:30、6 日(金) 9:30 ～ 17:00

場所：アクセスサッポロ(札幌市)

参加者：20,665 名

(3) イノベーション・ジャパン 2015 (～大学見本市&ビジネスマッチング～)

パネル展示等 (本学関係分)

「プラスチック」を超えた羊毛が生み出す高機能材料」

環境調和材料工学研究センター長・もの創造系領域 教授 平井 伸治

「シソが認知症を予防しよう！～抗アルツハイマー剤の新規微量探索システム」

くらし環境系領域 准教授 徳楽 清孝

日時：平成 27 年 8 月 27 日(木) 10:00～17:30、28 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：27 日(10,408 名)、28 日 10,254 名) 合計 20,662 名

(4) メッセナゴヤ 2015

パネル展示等 (本学関係分)

「地域の利用資源を高付加価値化」

くらし環境系領域 准教授 徳楽 清孝

魔法の粉「貝殻ナノパウダー」

くらし環境系領域 准教授 中山 真也

日時：平成 27 年 11 月 4 日(水) 10:00～17:30 ～ 7 日(土) 10:00～17:00

場所：ポートメッセナゴヤ(名古屋市港区金城ふ頭二丁目 2 番地)

参加者：4 日(15,616 名)、5 日 17,236 名)、6 日(18,704 名)、7 日 12,246 名) 合計 63,802 名

(5) 展示会出展助成事業(3 件) (「展示会出展助成事業」)

①出展研究シーズ名：超音波振動アクチュエーション

展示会名：TECNO-FRONTIER 2015 第 24 回モーションエンジニアリング展

申請教員：しくみ情報系領域 教授 青柳 学

日時：平成 27 年 5 月 20 日(水)～22 日(金)

場所：幕張メッセ 4～8 ホール(〒261-0023 千葉県美浜区中瀬 2-1)

②出展研究シーズ名：北洋ものづくりテクノフェア 2015

展示会名：共同研究発掘フェア in 北洋ものづくりテクノフェア 2015

申請教員：ひと文化系領域 准教授 上村 浩信

日時：平成 27 年 7 月 23 日(木)

場所：アクセスサッポロ メイン会場 2 階 レセプションホール

参加者：65 名(プレゼン)

③出展研究シーズ名：シソが認知症を予防しよう！

～抗アルツハイマー剤の新規微量探索システム～超音波振動アクチュエーション

展示会名：イノベーション・ジャパン 2015 - 大学見本市

申請教員：くらし環境系領域 准教授 徳楽 清孝

日時：平成 27 年 8 月 27 日(木) ～ 28 日(金)

場所：東京ビックサイト

参加者：90 名(プレゼン)

7. 他機関主催事業への参加(ニーズ・情報の収集活動)(3 件)

(1) 中小企業家同友会

① 苫小牧地域産学官連携実行委員会定期総会および懇親会

日時：平成 27 年 7 月 29 日(水) 16:30 ～ 21:00

場 所：苫小牧経済センター
参加者：20名

- (2) 技術移転フォーラム 2015「工業試験場成果発表会」
(北海道立総合研究機構 工業試験場 成果発表会)
日 時：平成 27 年 5 月 18 日(月) 12:00 ～ 17:00
場 所：ホテル札幌ガーデンパレス 2 階

(3) 北海道医療福祉産業研究会(3件)

- ①北海道医療福祉産業研究会セミナー
日 時：平成 27 年 6 月 24 日(水) 18:00 ～ 19:30
場 所：札幌市立大学サテライトキャンパス(札幌市)
- ②北海道医療福祉産業研究会セミナー
日 時：平成 27 年 9 月 29 日(火) 16:00 ～ 18:00
場 所：札幌市立大学サテライトキャンパス(札幌市)
- ③北海道医療福祉産業研究会セミナー
日 時：平成 28 年 2 月 4 日(木) 16:00 ～ 18:00
場 所：札幌市立大学サテライトキャンパス(札幌市)

8. 広報

(1) 定期刊行物(平成 28 年 3 月)(2件)

- ①研究報告 No.26
②センターニュース No.29

(2) 学内講義棟での展示(16名/2ヶ月)

**室蘭工業大学
地域共同研究開発センター**

〒050-8585 室蘭市水元町27番1号

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

E-mail crd@mmm.muroran-it.ac.jp

TEL (0143)46-5860

FAX (0143)46-5879