

研究報告第40巻 (通巻43号)

総説

1) 船舶の接岸と浮体構造物の係留に係わる研究に携わって

上田 茂 1

2) 鳥取砂丘海岸の海底地形の変化

木村 晃・大野 賢一 5

3) 平衡に支配された昇温脱離スペクトルから吸着熱を算出する方法

片田 直伸・丹羽 幹 23

業績リスト - 2009 - 33

講座による編集

○土木工学講座

・飽和粘性土の一次元圧密試験における一次および二次圧密挙動

清水 正喜・谷川 大輝 67

REPORTS OF THE GRADUATE SCHOOL/FACULTY OF ENGINEERING
TOTTORI UNIVERSITY
Volume 40, December 2009

1) Review of His Study Work on Berthing Ship and Motions and Moorings of Floating Structures Shigeru UEDA	1
2) Bathymetric Changes along Tottori Sand Dune Coast Akira KIMURA, Kenichi OHNO	5
3) Methods for Calculating Heat of Adsorption from Temperature-Programmed Desorption Spectrum under Equilibrium Control Naonobu KATADA, Miki NIWA	2 3
Abstracts — 2009 —	3 3
○ Civil Engineering Course • Primary and Secondary Consolidation Behavior in Oedometer Tests of Saturated Cohesive Soil Masayoshi SHIMIZU, Daiki TANIGAWA	6 7

船舶の接岸と浮体構造物の係留に係わる研究に携わって

上田 茂

鳥取大学大学院工学研究科 社会基盤工学専攻 土木工学コース

Shigeru UEDA

Department of Management of Social Systems and Civil Engineering

Civil Engineering Course, Graduate School of Engineering

Tottori University, Tottori, 680-8552 Japan

E-mail: ueda@cv.tottori-u.ac.jp

Abstract: This article is the summary of the author's works during his professional career at the Port and Harbour Research Institute, Ministry of Transport and the Tottori University. His works are developed into the design of offshore structures such as deep water terminal and floating structures, berthing and mooring ship, characteristics of fender, tranquility of harbour and wharf operation efficiency, refuge ship in harbour, earthquake resistance of port and offshore structures, reliability design and so on.

Key Words: Berthing ship, Mooring ship, Tranquility of harbour, Wharf operation efficiency, Floating structures, Numerical simulation, Reliability design

1. はじめに

地球はその全表面積の 70%が海洋で覆われる“水の惑星”です。“母なる海”といわれますが、人類は海から生まれ育まれてきました。水産、工業、居住、交通、通商、資源開発、廃棄物処理などの場として人類は常に海との係わりをもってきました。人類が海洋の空間や鉱物資源、生物資源、エネルギー資源などを利用しようとする行為を海洋開発といいます。その水深は海洋レクリエーションでは2~10m, 港湾施設では20~40mですが、石油開発では100~1,000m, マンガン団塊採取では6,000m以上の大水深になります。海洋開発には各種の海洋構造物が用いられます。これらは埋立式、杭式、浮体式などに大別されますが、目的及び水深に応じて選定されます。筆者は、主として杭式構造物と浮体式構造物に係わる研究に係わってきました。大型原油タンカーの接岸と係留、杭式シーバースの地震応答解析、係留船舶の動揺解析法の開発とその応用、船舶の許容動揺量と港湾荷役稼働率、船舶の荒天時港内避泊、浮体式石油備蓄基地施設の貯蔵船の係留、浮防波堤の建設、大水深波浪観測ブイの係留、船舶接岸用防舷材の信頼性設計、港湾施設の耐震性検討など、係わった研究課題は社会的要請に応えたもので、多くの方々のご協力とご支援によって一定の成果を挙げることができたものと確信しています。

2. ゴム防舷材との出会い

最初の任地神戸では、第二の黒船と言われたコンテナ船の受入施設として、30,000DWT級コンテナ埠頭の建設が開始されていました。ケーソン岸壁、ガントリークレーン基礎及び軌条、岸壁上の送油及び給水配管、防舷材の設計などを担当しました。防舷材は船舶接岸エネルギーを吸収し接岸力を和らげる目的で用いられる緩衝材で、もともと船舶が装備し接岸時に係留施設と船舶の間に挿入していましたが、今では係留施設に設置されます。かつては木材が主でしたが、昭和20年代後半からゴム素材が用いられるようになりました。ゴムは弾性に富む素材ですが、形状を工夫し大型化され、高性能エネルギー吸収能力を持つものが開発されました。当時、各メーカーが最新の商品を生産に力を入れていましたが、その中にセル型ゴム防舷材がありました。このゴム防舷材は変形の初期には変位復元力特性が線形ですが、変形が20%から55%では復元力がほぼ一定で、かつ除荷時に大きなヒステリシスを有します。後に、大型浮体構造物の係留に活用されることになり、筆者は生涯お付き合いすることになりました。1971年4月、2年間の神戸勤務ののち、久里浜の港湾技術研究所勤務に転勤し、海洋構造研究室に配属されました。当時東京湾では原油配分基地構想が検討されていて、500,000DWTタンカー用係留施設の構造設計に関する研究に携わることになりました。大型タン

カーの接岸と係留の研究においてゴム防舷材と再会しました。そして、石油備蓄基地施設の貯蔵船、浮体構造物、浮体橋梁、メガフロートなどの係留系の要として活用されることになるのです。船舶の接岸と浮体橋梁の研究が縁で、ノルウェー科学技術大学のブラットランド (E.Bratteland) 教授との交流が始まり、同校と鳥取大学との間に国際交流協定が結ばれ留学生を迎えました。

3. 船舶接岸用防衝工の設計法の研究

船舶接岸防衝工の設計は、船舶の接岸エネルギーを一組の防衝工で吸収するように行われます。船舶の接岸エネルギーは、船舶質量、付加質量、接岸速度、仮想質量係数、偏心係数、柔軟性係数、バースの形状係数などの要因の関数で与えられます。通常、柔軟性係数およびバースの形状係数は1.0とされるので、最初の4つの要因が支配的ですが、中でも、接岸速度と付加質量は重要です。20万トンタンカーが就航した当初、洋上のシーバースの杭式ドルフィンが損傷する事例が多く見られたことから、現地観測と模型実験を行って検討しました。多くは防衝工の設計に起因することが判りました。船舶接岸時付加質量の算定式を提案し、また、接岸速度の測定値に基づく設計接岸速度示し設計法を確立しました。これらは「港湾の施設の技術上の基準」に反映されています。

この研究は、のちに岡田氏、山瀬氏らとともに、船舶接岸用防舷材の信頼性設計法の確立に向けて展開されました。自ら接岸速度を測定するとともに、計測事例の収集を行い、その確率分布特性を明らかにして、モンテカルロシミュレーションによって破壊確率を算定し、またレベル1信頼性設計法における部分安全係数を算出しました。この研究に関して、PIANC (国際航路協会) のWG委員を永らく務めてきました。

4. 船舶と大型浮体構造物の係留に関する研究

接岸操船の観測を兼ねて冬季鹿島港に頻繁に赴き、係留中の船舶の動揺を観測しました。初めて巨大船の長周期動揺を目の当たりにしました。300m余の巨大船が波と風的作用を受けて楕円状の軌道を描いて前後左右に数mも動揺し、係留索が切断しドルフィンに幾度となく衝突しました。

「港湾は天然または人工により外界の波を遮蔽し船舶を安全に係留し、荷役が円滑に行える機能を有する」とされています。古くは天然の良港である港が栄えました。しかし、輸送の効率化のため船舶が大型化するにつれ、水深の大きい水域に立

地する必要から、島嶼や防波堤などによって遮蔽されていない水域や、港口に近い水域に係留施設が設置され、係留船舶が波の影響を直接受けるようになりました。このことから、防舷材の設計に係留船舶の動揺を考慮する必要が認識されました。

1975年から1年間、連合王国水理研究所 (HRS:Wallingford) に在外研究員として滞在しました。HRSではヨーロッパの他の研究機関と同様、もっぱら水理模型実験によって現象を再現し設計に反映する手法が主流でした。それでも、数値解析法を開発する兆しはありました。帰国直後、関西空港の浮体案と洋上石油備蓄基地施設の計画が持ち上がり、検討メンバーの一員に加えられました。早速、係留船舶の動揺解析法を開発し、同時に大型浮体への適用を試み、プロジェクトの実現可能性を検討しました。開発した解析手法は模型実験によって検証し補正しました。模型実験では相似側の適用、係留系特性の再現などに注意を払いました。従来、浮体構造物はチェーン係留されていましたが、これらのプロジェクトではシーバースのドルフィンに用いられている大型ゴム防舷材を用いるものでした。そこで、繰り返し圧縮特性、温度特性、衝撃特性など、従来船舶の接岸では考慮されていなかった特性に係わる膨大な試験がなされました。大型浮体の係留設計は世界で始めてのことで慎重になされました。自然現象の再現期間、部材の安全率などに関して議論を積み重ねました。結局、洋上石油備蓄基地施設が国家備蓄として事業決定され、長崎県上五島及び福岡県北九州市白島に建設されることになりました。およそ400m×100m×30mの鋼製の貯蔵船をドルフィンとゴム防舷材 (フェンダー) で係留するものです。10年の検討期間と5年の建設期間を経て完成し、およそ20年を経過しました。先般10年振りに現地を訪れてみて、筆者にとってはこの業務に関する研究が原点であり骨格であったことを改めて意識し、感慨を新たにしました。係留系のゴム防舷材は、既往の実績を越える20年以上の供用期間に入ります。係留系に起因する施設の機能障害と災害は避けなければなりません。今後モニタリングを行い、適切に維持管理することが重要です。この事業の成功は、多くの浮体構造物の実現を可能にしました。オリアナ号 (別府港)、ぷかり棧橋 (横浜)、青函連絡船摩周丸 (函館港)、南極観測船ふじ (名古屋港) と宗谷 (東京港) の係留など、数々のプロジェクトが実現しました。さらに、メガフロート、夢舞大橋 (浮体橋) へと発展しました。当時、浮体橋梁はアメリカ合衆国ワシントン

湖とフッドカナルにあわせて3橋、ノルウェーのベルグソイスンドとノルドホルランドの2橋が既設もしくは建設中でしたが、アメリカのものはケーブル係留、ノルウェーのものはフレキシブルパイプによる係留でした。ドルフィンとゴム防舷材(フェンダー)による係留は、わが国固有の技術として注目されました。

5. 港内静穏度の研究

港湾は海陸輸送の結節点です。したがって、円滑な荷役は、港湾の最も重要な機能の一つです。港湾の稼働率は本来係留船舶の動揺に基づく荷役の可否で判定されるものです。日本海側の港湾は冬季の風浪に妨げられ、この季節の港湾の稼働率が著しく低かったことから、防波堤の整備により港内の静穏度を高める努力がなされてきました。その整備水準を定めるため、概ね10,000GT級の船舶の荷役実態調査が行われ、有義波高50cm以下が静穏度の目標値とされてきました。以来、静穏度の検討は、もっぱら港内波高計算や港内回折実験の結果を基に、波高レベルで評価されてきました。ところが、船舶の大型化に伴い係留船舶の長周期動揺による支障が顕在化してきました。海外では、ケープタウンのダンカンベイソン、ロスアンゼルス港などが係留船舶の動揺に悩まされていましたが、わが国でも苫小牧港、鹿島港、仙台新港など主に太平洋側に新たに開発された港湾において、船舶動揺による係留索切断や荷役障害が問題になりました。この問題に対しても、先に開発した係留船舶の動揺解析法は有効でした。多くのシミュレーションを行い、港内回折波実験において係留船舶の動揺を測定し、係留船舶の動揺に基づく港内静穏度の検討方法を確立しました。また、同時に船種、船型別に許容荷役動揺量を提示しました。同時に係留船舶の動揺を考慮した防舷材の設計法を提案しました。これらも「港湾の施設の技術上の基準」に反映されています。この問題の解決の最も効果的なものは防波堤の整備ですが、大型船の航行のため開口部を広くとらねばならないことから、十分な静穏度は得られません。港口幅と静穏度の関係などを提示し港口幅縮小の効果を示しましたが、操船の難易度と港内静穏度とは相反することから容易には合意されません。

6. 港内避泊の検討

港湾機能の今一つの重要な機能は船舶の安全係留です。小型船は船溜まりに係留し荒天時は港内に避難します。しかしながら、大型船(概ね

1,000GT以上)に対しては台風等荒天時には港外退避勧告が発令され、船舶は港外に避難し錨泊しなければなりません。昭和25年、横浜港の港内船舶に多大の被害をもたらしたキティ台風以後この措置が取られました。現在は入港船舶数が減少してはいますが、昭和40年代には港外避難泊地が十分確保できないことから、東京湾における港内避泊の検討がなされました。係留船舶の動揺計算法はこの検討においても有効でした。一方、名古屋港では、伊勢湾海難防止協会が独自に検討を行い、防舷材などの能力が大きいバースに船舶をシフトするなどの措置がとられました。

作業船の港内避泊も重要課題でした。沖縄宮古島の平良港では、防波堤建設のためのケーソンをFD(フローティングドック)で製作していましたが、台風時期になると、台風の直撃を避けて、製作中のケーソン抱いたまま石垣島や沖縄本島に曳航して避難していました。台風のたびに概ね2週間ほど工事を中断することが避けられませんでした。沖縄総合開発事務所からの検討依頼を受け、直径100mm長さ約200mのナイロンロープを16本張り巡らして係留するシステムを提案しました。港内避泊を実施した直後、中心気圧940hPaの大型台風が宮古島を直撃しました。台風通過時は事務所との電話連絡がつかず気が気ではありませんでしたが、台風一過の翌日やっと事務所長と連絡が付き、『FDが前後左右に約30m旋回しながら動揺したものの、ロープを切断することなく無事凌いだ』と聞かされ安堵しました。確信をもって実行したことでありますが、万一、FDが流出するなどの被害があれば、直接及び間接的に甚大な損害をもたらすことになり、業務上過失が問われ、補償が求められます。ある意味で命がけでした。

7. 港湾構造物及び海洋構造物の耐震性検討

鹿島港シーバースの荷役ドルフィンに強震計を設置して地震観測を行いました。この地域は小規模ではありますが地震が頻繁に発生する箇所なので、短期間に相当数の記録が得られるものと考えました。当時は記録紙に波形を記録するものでしたので、起動加速度の設定値を5galにして観測を始めました。設置後間もなく伊豆大島沖の地震がありました。ところが、なんと記録紙は地震発生前に完全に巻き上がっていたとみられ、地震記録は得られていません。波浪による防波堤の振動がドルフィンに伝達し起動したものと考えられました。また自由振動実験も行いました。港湾建設会社の協力を得て、タグボートのフックとドルフ

イン上の係船柱の間にワイヤロープを掛けて、タグボートでドルフィンを引き、フックを瞬時に外して自由振動させたのですが、何回か繰り返すうちにフックに亀裂が入ってしまいました。翌日、タグボートを保有する会社の東京支店長に謝罪したのですが、逆に激励されました。取得データから、実在の杭構造物の固有周期と減衰定数が明らかになりました。

兵庫県南部地震により神戸港の港湾施設が甚大な被災を受けたことから、港湾施設の耐震性強化が図られ重要港湾に耐震バースが整備されてきました。また、「港湾の施設の技術上の基準」が改定され、構造物の耐震性は安全性のみならず機能性も重視することとされ、地震作用を受けた後の構造物の変形を算出することとされました。山陰地方には、鳥取、境、浜田の重要港湾にそれぞれ1バース耐震岸壁が整備されていますが、新基準に基づいて作用地震波とその増幅特性を求め施設の耐震性を判定しました。これらは、大学院生の野村、清水、笹口、小森の各氏が修士論文として取りまとめました。兵庫県南部地震により被災した神戸港高松埠頭に関して石田氏が、また須磨土取棧橋に関して鈴木氏が、それぞれ博士学位論文課題として検討し結果を取りまとめました。

8. おわりに

光陰矢のごとき16年間でした。この間、1,000人余の学生に出会うことが出来ました。すべての学生諸君がその能力を存分に発揮し、技術者として活躍されていることを嬉しく思います。博士課程には7名の方々が在籍されましたが、そのうち5名が学位を取得されました。当初は資金を募り実験施設の整備を図りましたが適わず、実験には港湾技術研究所や民間の施設を利用させていただきました。この間、専門分野はもとより、土木分野以外の多くの方々とも交流の機会を得ました。暖かい激励や研究資金などのご支援を戴きました。深く感謝致します。

国の研究機関と大学に在籍しましたが、前者は大型研究施設が整備されていること、現場の情報及びデータの入手が容易であること、特定専門分野の研究者の層が厚いことなどが、また後者は国や民間などからの人材と研究資金を受け入れる体制と柔軟な運用が可能なが特徴であると言えます。双方の利点を生かし共同し、また民間研究機関との研究交流が促進されることが望まれます。

参考文献

- [1] 上田 茂：大型タンカーの接岸力に関する研究, 港湾技術研究所報告, 第20巻, 第2号, pp.169-209, 1981.
- [2] 上田 茂, 小熊康文：荒天時の係岸避泊の限界条件と係船付帯設備の設計手順について 海岸工学論文集, 第31巻, pp.456-460, 1981.
- [3] Ueda S. and Shiraishi S.: Observation and Analysis of Earthquake Response of a Coupled Pile Offshore Platform, 14th OTC 4208, pp.511-531, 1982.
- [4] 上田 茂：係岸船舶の動揺解析手法とその応用に関する研究, 港湾技研資料, No.504, 372p, 1984.
- [5] 白石 悟, 上田 茂：港湾構造物及び海洋構造物の安全性照査に関する検討—作用荷重の変動係数と荷重係数の算定—, 港湾技術研究所報告, 第26巻, 第2号, pp.493-576. 1987.
- [6] UEDA S.: Motions of Moored Ships and Their Effect on Wharf Operation Efficiency, Report of the PHRI, Vol.26, No.5, pp.319-373, 1987.
- [7] 上田 茂, 大井栄二郎：港湾の係留施設における防衝工の設計について, 港湾技研資料, No.596, 127p., 1987.
- [8] UEDA S. and Shiraishi S.: The Allowable Ship Motions for Cargo Handling at Wharves, Report of the PHRI, Vol.27, No.4, pp.3-61, 1988.
- [9] 上田 茂, 白石 悟, 丸山忠明, 上藪 晃, 高崎 守, 山瀬晴義：浮体橋に使用する係留用ゴムフェンダーの特性, 第14回海洋工学シンポジウム, pp359-364, 1998.
- [10] Ueda S., Hirano T., Shiraishi S., Yamamoto S. and Yamase S: Statistical Design Method of Fender for Berthing Ship. Proc. of the 12th ISOPE, Vol.3, pp.545-551, 2002.
- [11] 上田 茂, 岡田達彦, 長尾 毅：信頼性理論による船舶接岸用防舷材の性能設計に関する研究, 海岸工学論文集, 第51巻, pp847-850, 2004.
- [12] Yamase S., Ueda S. : Reliability Design Method of Fender Systems for Very Large Container Vessels, 17th ISOPE, Vol.4, pp.3699-3705, 2007.
- [13] 日下 理, 福田 功, 上田 茂, 白石 悟, 菅野高弘：海中ケーブルと防舷材の複合係留による浮体橋の波浪中動揺特性と地震応答解析, 構造工学論文集, Vol.53A, pp578-588, 2007.

(受理 平成21年10月30日)

鳥取砂丘海岸の海底地形の変化

木村 晃・大野賢一^{*1}
鳥取大学社会基盤工学専攻・鳥取大学総合メディア基盤センター^{*1}

Bathymetric Changes along Tottori Sand Dune Coast

Akira KIMURA and Kenichi OHNO^{*1}
Department of Management of Social Systems and Civil Engineering
Tottori University, Tottori, 680-8552, Japan
E-mail: kimura@sse.tottori-u.ac.jp
^{*1} Information Media Center, Tottori University

Abstract: The present study deals with a short-term change of an offshore bar topology along Tottori coast during 5 years (2004-2009). This coast has a multiple offshore bar system. An inner bar lies around 100m offshore and an outer bar lies between 250m and 500m offshore. The outer bars have crescentic feature with an offshore convexity. Wave lengths of the outer bar are 500m ~ 1000m and shows small yearly change. The shore line has a cusping feature. Their wave lengths are 300m ~ 450m. Inner bars also show crescentic feature in winter. The wave length ratio of cusp and inner bar to outer bar is roughly 1: 1:2. In early winter, amplitude of the outer bar reduces and in the late winter, it grows again. The difference reaches to 100m. This change seems corresponding to the integrated incident wave energy.

Key Words: Beach topography, Cusp, Bathymetry, Offshore bar system, Crescentic bar, Rip current, Rip channel

1. はじめに

著者らは2004年4月より鳥取砂丘海岸で定期的な(1日1回)観測を開始し、約5年のデータをもとに海岸および海底地形の変化について検討を続けている。観測は主としてビデオカメラによる撮影とGPSによる測量を実施している。ビデオ画像はARGUS法により解析を行っている。この方法はリモートセンシングの1手法であり、砕波に伴って発生する気泡の量と画像の輝度の関係等を用いて海底地形などを推定する技法である。具体的にはたとえば数分間連続撮影したデジタルビデオ画像をすべて重ね合わせ、平均化して作成した画像を用いて検討を行う方法である。この方法は1940年代、すでにWiegell [1]らによって原理的な検討は開始されていたようであるが、本格的な研究は20年ほど前から開始された(Lippmannら [2], Stockdonら [3])。現在、オレゴン州立大、デルフト水理、ニュー・サウスウ

エルズ大、リバプール大、我が国では国土交通省(鈴木ら[4-6])のグループにより継続的な観測・研究が行われている(国土交通省は中止)。

2. 鳥取砂丘海岸での観測と画像処理

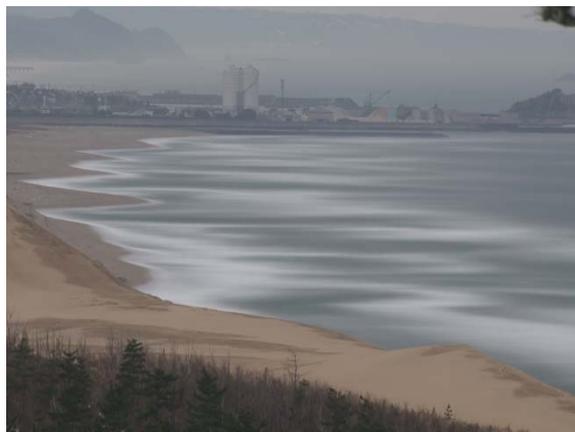


写真-1 ARGUS 画像



写真-2(a) 座標変換後の ARGUS 画像 2004 年 8 月 8 日

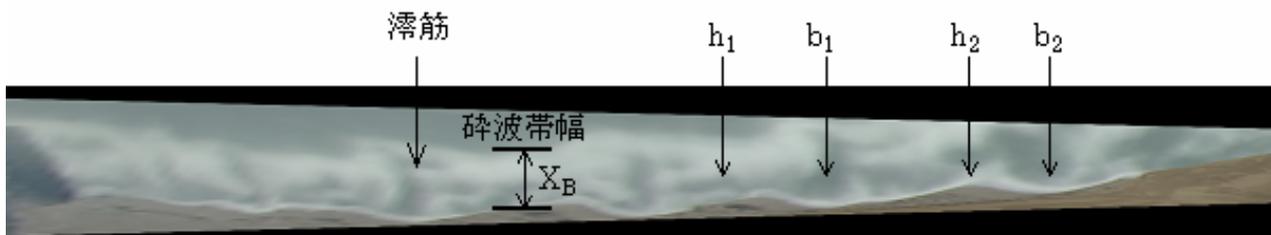


写真-2(b) 座標変換後の ARGUS 画像 2005 年 1 月 22 日

観測は1日1回、鳥取砂丘海岸のほぼ中央に位置する一つ山（標高110m）の中腹、高さ70mの位置から5方向に向かって行っている。観測に用いているビデオカメラはSONY製DCR-VX2000, HDR-FX1, HDR-FX1000である。1回1方向の撮影は平均5分間とした。撮影した画像はパソコンを用いてDVあるいはHDV形式の圧縮ファイルをaviファイルに変換して解析に用いた。

写真-1は平均化したビデオ画像（ARGUS画像）の1例である。このような画像を次に示す方法で座標変換し、写真地図を作成した。すなわち、ビデオ画像中にはいくつかの参照点を写しこんでおき、これらの地図上の位置と画像上の位置とが対応するようにビデオ画像の座標変換を行った。座標変換には共線条件方程式（春日屋，[7]）を用いた。すなわち地上の座標系を X, Y, Z とし、撮影点の地上座標を $O(X_0, Y_0, Z_0)$ 、任意点の地上座標 $P(X, Y, Z)$ と、撮影した画像上の P 点の座標を以下のように関連づけた。地上座標はGPSを使用して測量し、CARSAT32 [8]を用いて平面座標を計算した。

画像の中央の座標を $(0, 0)$ とし、点 P の画像上の座標を (x, y) として、次式が成立するように定数 ω, φ および κ を決定する。

$$x = -f \frac{m_{11}(X_0 - X) + m_{12}(Y_0 - Y) + m_{13}(Z_0 - Z)}{m_{31}(X_0 - X) + m_{32}(Y_0 - Y) + m_{33}(Z_0 - Z)} \quad (1)$$

$$y = -f \frac{m_{21}(X_0 - X) + m_{22}(Y_0 - Y) + m_{23}(Z_0 - Z)}{m_{31}(X_0 - X) + m_{32}(Y_0 - Y) + m_{33}(Z_0 - Z)} \quad (2)$$

ここに

$$\begin{aligned} m_{11} &= \cos \varphi \cos \kappa \\ m_{12} &= \sin \omega \sin \varphi \cos \kappa + \cos \omega \sin \kappa \\ m_{13} &= -\cos \omega \sin \varphi \cos \kappa + \sin \omega \sin \kappa \\ m_{21} &= -\cos \varphi \sin \kappa \\ m_{22} &= -\sin \omega \sin \varphi \sin \kappa + \cos \omega \cos \kappa \\ m_{23} &= \cos \omega \sin \varphi \sin \kappa + \sin \omega \cos \kappa \\ m_{31} &= \sin \varphi \\ m_{32} &= -\sin \omega \cos \varphi \\ m_{33} &= \cos \omega \cos \varphi \end{aligned} \quad (3)$$

である。 ω, φ および κ は画像上の点と地上点とを標定する際に用いるそれぞれ X, Y, Z 軸まわりの回転角である。また f はビデオカメラの焦点距離である。地上の座標系はカメラの光軸の方向に Y 軸、これと直角海側方向に X 軸、鉛直上方に Z 軸を取った。

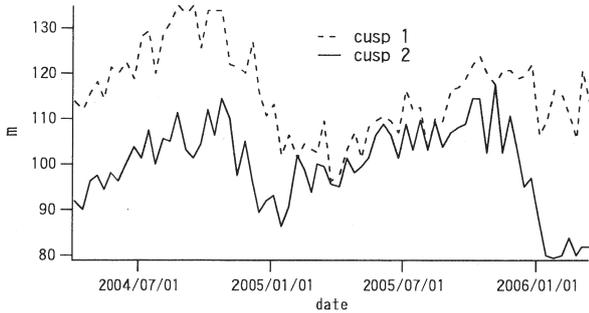


図-1(a) カスプの horn の位置の岸沖方向の変化

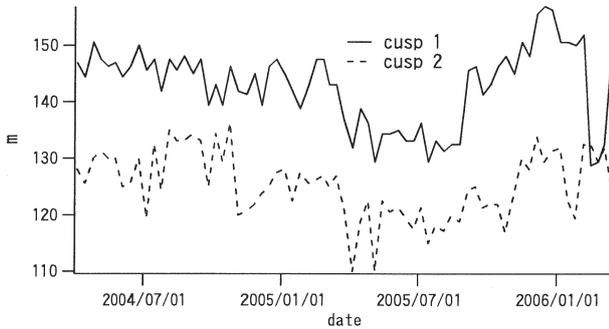


図-1(b) カスプの bay の位置の岸沖方向の変化

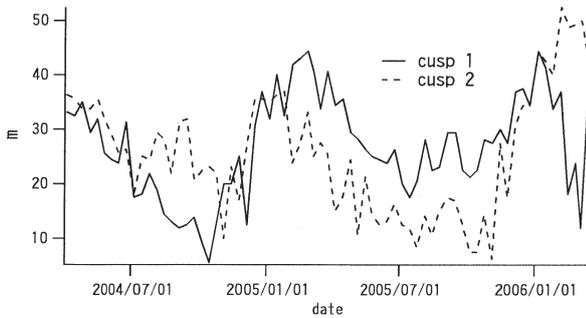


図-2 カスプの振幅の変化

画像上の座標軸は画面右側方向にx軸，上方にy軸を取った．原理的には2点について地上点と画像点とを対応させて得られる連立方程式を解いて ω ， φ ， κ および f の値を決定すればよいが，読み取り誤差，丸め誤差などがあるので複数の点の ω ， φ および κ より正規方程式を作り，これを連立させて解くほうがよい．ただし，撮影時に φ および κ が0になるように工夫すれば f は近似的に次のように決定できて，未

知数は ω だけになる．すなわち，画像に写しこんだ地上座標点 A および B のそれぞれの地上座標を (X_A, Y_A) および (X_B, Y_B) ，点 A および B の画像上の座標をそれぞれ (x_A, y_A) および (x_B, y_B) とすると， φ ， κ を0とすれば式(1)より

$$\frac{x_A - x_B}{f} = \frac{X_0 - X_A}{\sin \omega (Y_0 - Y_A) - \cos \omega (Z_0 - Z_A)} - \frac{X_0 - X_B}{\sin \omega (Y_0 - Y_B) - \cos \omega (Z_0 - Z_B)} \quad (4)$$

となる．式(2)を用いた場合，

$$\frac{y_A - y_B}{f} = \frac{\cos \omega (Y_0 - Y_A) + \sin \omega (Z_0 - Z_A)}{\sin \omega (Y_0 - Y_A) - \cos \omega (Z_0 - Z_A)} - \frac{\cos \omega (Y_0 - Y_B) + \sin \omega (Z_0 - Z_B)}{\sin \omega (Y_0 - Y_B) - \cos \omega (Z_0 - Z_B)} \quad (5)$$

となる．式(4)，(5)とも撮影点と A，B 両点が海面と同じレベル($Z = 0$)にあり，画像上でほぼ水平な位置関係にある場合は $\omega \approx \pi/2$ とすることができるので f を簡単に計算することができる． ω が $\pi/2$ と多少ずれている場合であっても，上の近似の結果が f の値に及ぼす影響は小さい． ω のより正確な値は繰り返し計算によって決定した．すなわち，まず ω を仮定し，画像を変換して作成した写真地図を作成する．これと実際の地図とを比較し，両者が一致するまで仮定を繰り返して ω を決定した．

写真-1 をもとに**写真-2** のような写真地図を作成する．**写真-2** は上下 250m，左右 2km の範囲が写っている．写真の下側が陸（鳥取砂丘），上側が海である．写真の上下左右はおおむね東西南北方向に対応している．

3. カスプ地形の特性

写真-2(a)，**(b)**はそれぞれ 2004 年夏および 2005 年冬の写真地図である．写真から，冬期には汀線が凹凸形状を示しており，夏期にはそれがほとんど見られないことがわかる．冬期に見られる海岸線の凹凸をカスプと呼ぶ．ここではこの汀線の地形について



写真-3(a) 冬期高波浪時の ARGUS 画像 2005 年 1 月 17 日

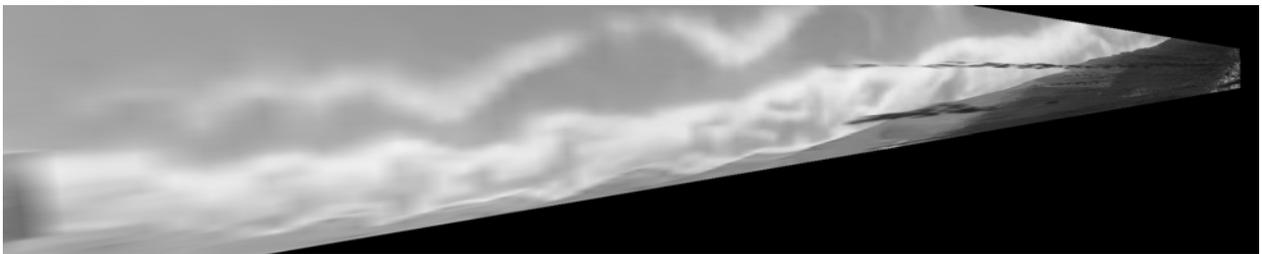


写真-3(b) 冬期高波浪時の ARGUS 画像 2005 年 2 月 26 日

検討を行った。海岸線の海側に凸な部分をカスプの horn, 隣り合う horn に挟まれた凹部を bay とよぶ。写真-2(b)にカスプの bay, (b_1, b_2)および horn (h_1, h_2), 滞筋, 砕波帯の幅 X_B などが示されている。図-1(a), (b)は(a) horn および(b) bay の位置の変化を示したものである。データは2004年4月より2006年3月までの2年間のものを用いた。図からわかるように, bay の位置は2年間大きな変化がない。一方, horn には1年周期での変動が見られる。図-2は horn の先端と bay の底の位置の差によって定義したカスプの振幅 A_{Ci} , ($= h_i - b_i : i = 1, 2$)を示したものである。図からもわかるように, 2つのカスプとも最大時は約50m, 最小値は約10m程度の値を示している。すなわち2004~2006年, このカスプは年間40~50mの前進後退を繰り返している。砂村ら[9]はカスプ地形の変化について検討を行い, 地形変化の支配パラメータとして

$$K_* = \frac{\bar{H}_B^2}{g\bar{T}^2 d} \quad (6)$$

を提案している。ここに \bar{H}_B および \bar{T} はそれぞれ日平

均の砕波波高および周期, d は底質の粒径である。ここでは \bar{H}_B, \bar{T} としてナウファスに示されている日平均の有義波高, 有義波周期を用いた。砂村らによれば K_* とカスプの一般的な関係は, $K_* > 20$ ではバー(沿岸砂州)および汀線ともほぼ直線状になり, カスプは現れない。 $5 < K_* < 20$ では, 波の減衰期と発達期に幾分の差はあるもののメガカスプあるいはジャイアントカスプが現れる。ここにメガカスプとは波長が数十から数百m, ジャイアントカスプは500~600mのものをいう。さらに $3.5 < K_* < 10$ ではバーが汀線に付着する。図-3に鳥取における2002年の1週間平均の K_* の値を示した。波のデータはナウファス(鳥取港)の値を用いた。底質の粒径は0.3mm程度であるので冬期には $K_* > 20$ となる日が頻繁に発生している。写真-3(a), (b)は冬期の高波浪時の ARGUS 画像である。波の変化に伴うカスプ地形の変化は小さい。また冬期にあっても $3.5 < K_* < 10$ となる静穏な日もあるが, これらに対してもカスプ地形はほとんど変化しない。

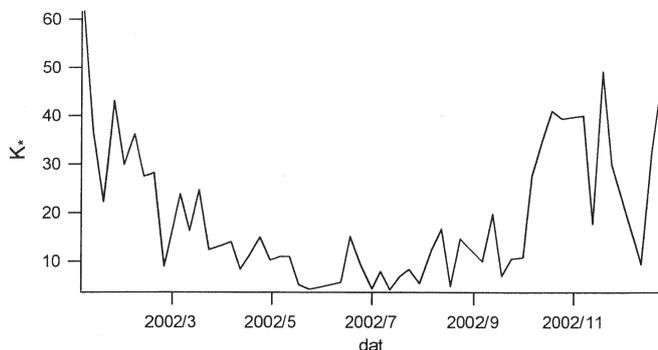
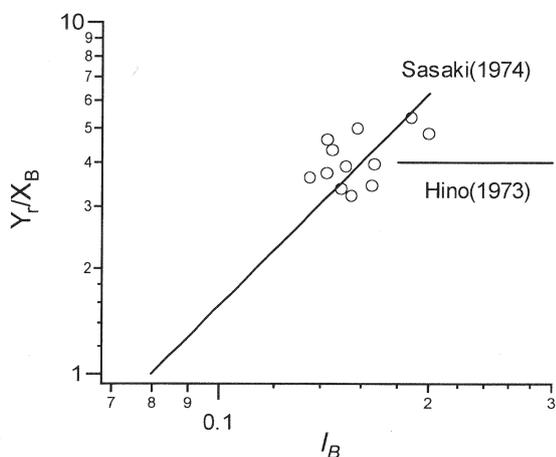
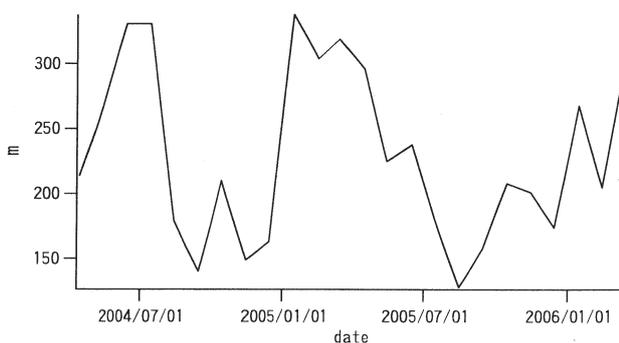
図-3 K_* の変化 (2002 年)図-4 Y_r/X_B と I_B の関係

図-5 カスプの間隔の変化

4. 離岸流の発生

ここまでを示した写真にもその特徴を見ることが
できるが、ARGUS 画像では砕波帯の海底地形の特徴

が浮かび上がって見えるようになる。すなわち、水深が浅くなると波高の高い波から砕波を始める。砕波に伴って気泡が発生し、これが光を反射してその位置の画像上の輝度が高くなる。特に砂州の部分では水深の変化が大きいので砕波する波が多いので輝度が大きくなる。砂州より岸側では水深が再び大きくなるため砕波が停止し、輝度が低下して、画像上に砂州の部分の帯状の白い部分が残る。

強い離岸流が発生すると、局所的な洗堀が起こってその部分が深くなり、滞筋が形成される。この部分でも砕波が減少あるいは停止するため輝度が低下して、画像上に線状の暗い部分現れる。

ストーム時にはそれ以前に発達した砂州、滞筋などはフラッシュされて地形が更新され、波が減衰するにつれて滞筋が現れる(砂村, 1984)。滞筋が形成され始める波浪条件は K_* の値で評価すると 20~25 程度と推定される。時間の経過とともに滞筋の数が増加して間隔が不正確になる場合もあるので、解析に用いる状況は写真-4 に示すようにストーム後に初めて現れた滞筋のデータを用いた。離岸流の間隔 Y_r についてはいくつかのモデルが提案されており、佐々木[10]のモデルでは

$$Y_r = 157X_B I_r \quad (0.08 < I_r < 0.23) \quad (7)$$

ここに、 X_B は砕波帯の幅、 I_r はイリバーレン数である。日野[11]のモデルは

$$Y_r = 4.0X_B \quad (0.23 < I_r < 1.0) \quad (8)$$

である。Bowen[12]のエッジ波モデルは適用範囲がおおむね $I_r > 1.0$ であり、鳥取海岸の場合 $I_r < 0.2$ のものが多かったのでここでは比較に用いなかった。図-4 は観測値とこれらのモデルを比較したものである。図より、データが狭い範囲に集中しているが、式(7)と比較的良好な対応を示している。図-5 は horn の間隔の経年変化を示したものである。図より分かるように間隔は冬期 300m、夏期 150m 程度の値を示す。しかし、間隔は冬から夏にかけて徐々に短くなる訳ではなく、冬期は間隔の大きなカスプが卓越し、

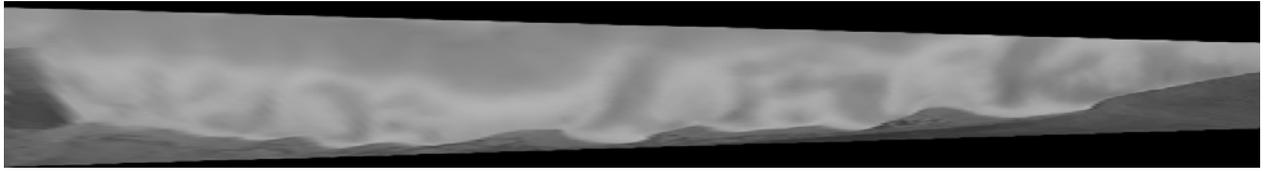


写真-4 ストーム後の滞筋の発達

夏期にはそれが間隔の小さなカस्पが卓越するため図のような変化を示すものと推定される。

5. 滞筋の発達

(1) 冬季の砂州の変化

写真-5は2004年11月から2005年2月のARGUS写真を時間の経過順に示したものである。それぞれの写真は写真中に示した日付に撮影したもので、千代川河口から東側の東西(左右)2 km, 南北(上下)250 mの範囲を示したものである。ここで示した写真撮影時の有義波高は各写真とも2 m前後であった。写真に見られるように、11月初旬には汀線、砂州共にほぼ滑らかな直線状で、砂州は汀線に平行であるが、12月になると沿岸方向にほぼ一定の間隔(約350 m)で沖側にふくらみが現れる。このふくらみの位置にはほぼ例外なく岸から沖に向けて少し黒い筋が現れている。中央部①の部分の詳細を見ると、この部分の滞筋は12月中旬より沖に向かって伸び始め、これに伴って砂州が上に凸状のふくらみを持つようになる。12月25日にはrip channelは砂州を突き抜けて発達している。しかし1月13日(2005年)には滞筋の先端を埋め戻すように砂州が発達している。

この後①の部分では滞筋が砂州を切断することはなく、沿岸砂州で止められて左右に広がるような滞筋の発達が見られる。汀線には滞筋の発達に対応するようにカस्प地形が発達してくる。すなわち滞筋の部分はbayとなり、滞筋と隣の滞筋の中間部分はhornが現れる。②の部分に現れている滞筋についても同じような変化が見られる。後で示すように

2004~2005年の冬期は鳥取海岸には有義波高が3 mを超える高波浪も来襲しているが、沿岸方向の滞筋の位置には大きな変化は見られず砂州の凸形状は保存されている。

(2) 春~秋の砂州の変化

写真-6は写真-5と同じ範囲の2005年の春から秋にかけて砂州の凹凸が次第に消滅してゆく過程を示した写真である。ここに示した期間の高波浪時の有義波高はおおむね1.5 mであった。カस्प地形は次第に消滅し、全域(特に①、②の部分で顕著)で砂州の凸部が次第に不明瞭になり、滞筋が埋められて砂州が次第に汀線に平行になる過程を見ることが出来る。

6. 沿岸砂州の消長

5.では滞筋の発達について検討を行った。ここでは沿岸、岸沖方向の砂州の変形について検討を行う。写真-7は砂州の位置の定義を示したものである。沿岸砂州の凹凸は汀線のhorn, bayと対応しているものとして汀線のbayの凹部の岸方向の頂点(滞筋の出発位置)と砂州凸部の頂点の上下方向の距離を X_b 、汀線のhornの位置と沿岸砂州の凹部の頂点の上下方向の距離を X_h として写真からこれらの値を読みとった。写真はいずれも有義波高が2 m前後で砂州の凹凸がはっきり写っているものを選んで用いた。

図-6は X_b と X_h の値を2004年4月から2007年3月までプロットしたものである。夏期に高波浪の出現回数が少ないが、おおむね次のような特長を読みとることが出来る。すなわち、冬期には X_b の値が大

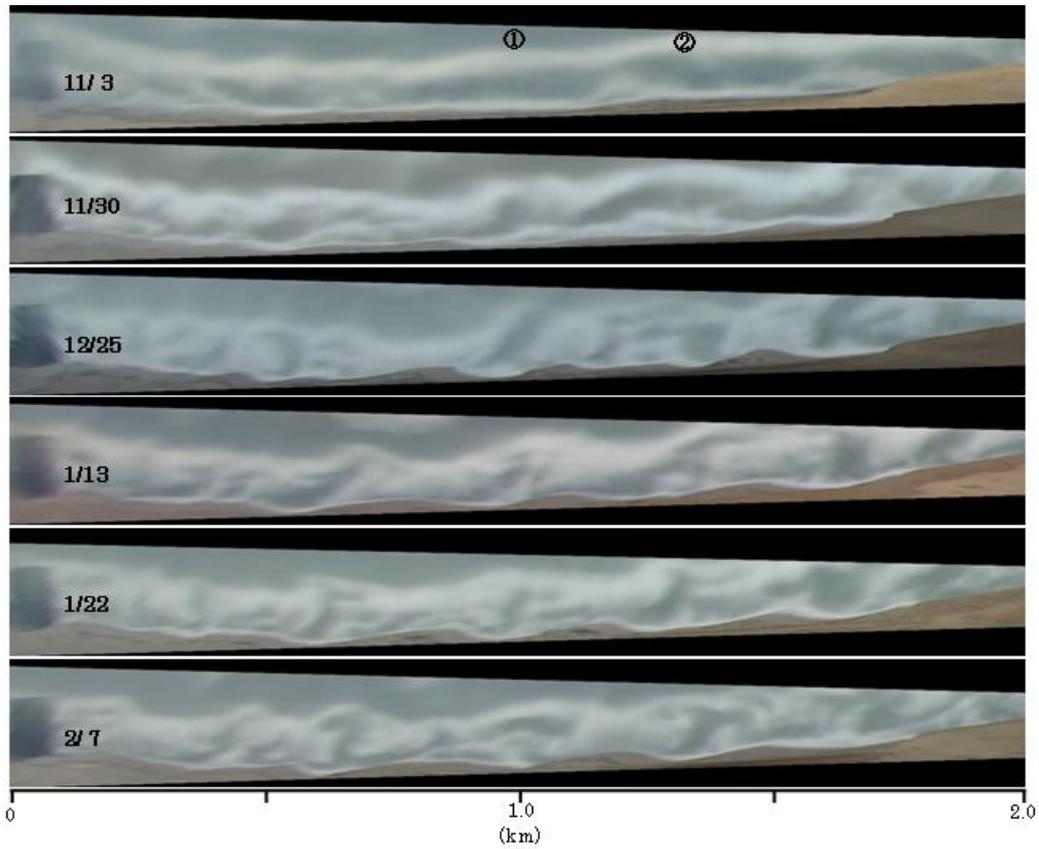


写真-5 滞筋の発達 (2004年~2005年)

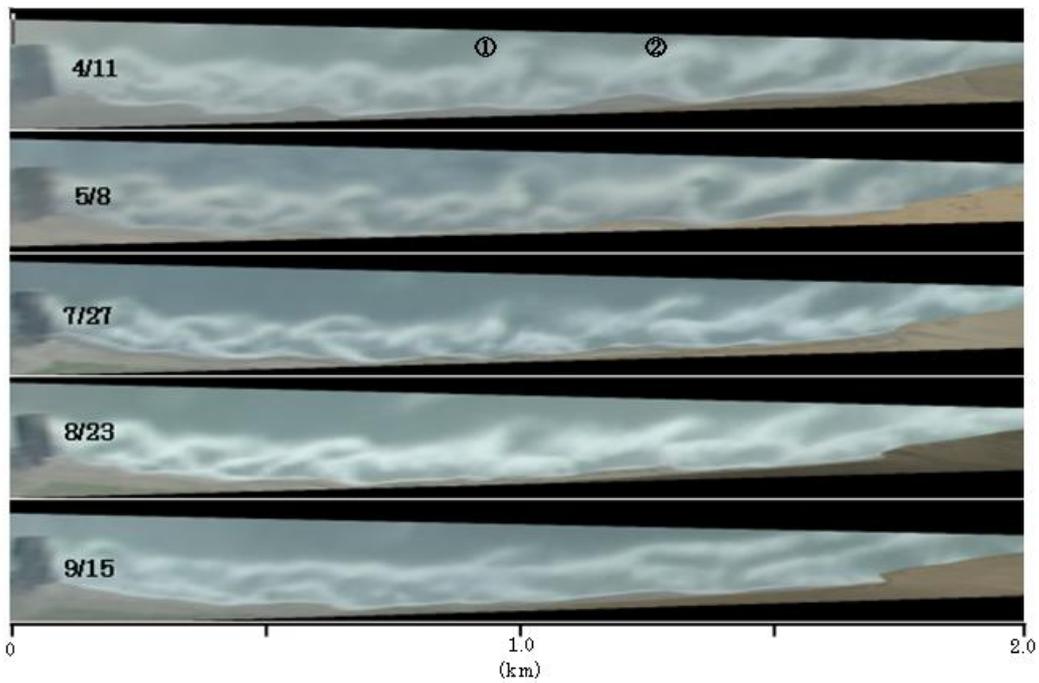


写真-6 滞筋の消滅 (2005年)

きくなり、夏期には減少して X_h の値に近づく。 X_h も冬期は幾分増加する。すなわち沖側に移動する傾向が見られ、夏期にかけて幾分岸に近づいてくる。しかし汀線から50 mより岸に近づくことはない。この海岸でも冬期は $K_* > 20$ となる期間はかなり長いが、砂州は写真-5のように凹凸を保ったままである。また $K_* < 20$ となる夏期ではむしろ砂州が直線状になってくる。このように鳥取海岸は砂村らのモデルと異なる特長を示す。

7. カスプの消長

図-7は2004年4月から2007年3月までの間の汀線に現れたカスプの振幅の変化を示したものである。図より、2004年~2005年には振幅が40 m、2005年~2006年の冬期には50 mの安定的なカスプ地形が現れているが、2006年から2007年の冬期には30 m以下であり、短期間の出現・消滅を繰り返している。この冬は12月頃にはカスプの形成が始まったが、1月上旬に大きなストームがあり、それ以後には波長の短いカスプは現れたが、過去2年のようなジャイ

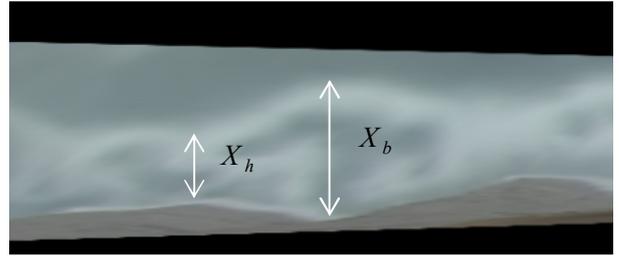


写真-7 X_b と X_h の定義

アントカスプは現れなかった。

図-8は過去3年間の日平均有義波高をプロットしたものである(ナウファス:鳥取[13])。図に見る限り2006年~2007年の冬期も例年のように高波浪が現れている。ただこの年の波の特長は過去2年に比べて高波浪が間欠的に出現している点である。この違いを検討するため、冬期の高波浪時にはカスプが発達し、夏期の静穏時にはカスプが消滅するという過去の結果を、高波浪時の波エネルギーがある基準値 E_c を超えた場合にカスプが成長し、それ以下になると減衰すると考えて次の値を用いて過去2年の波浪と比較を行った。

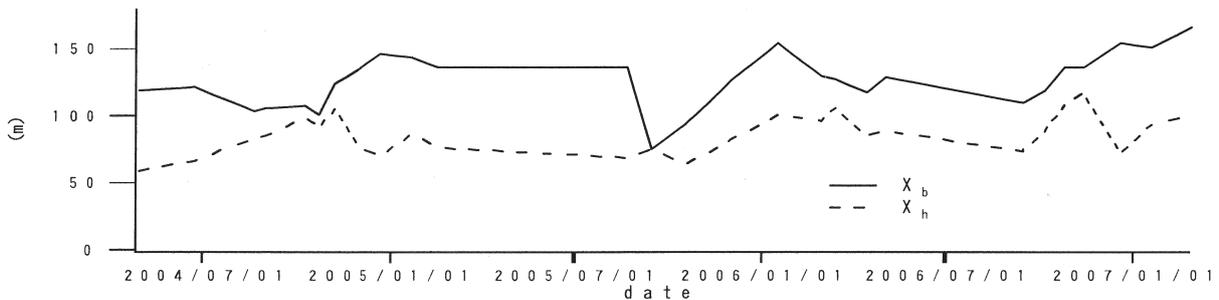


図-6 bay と horn の位置における汀線から砂州までの距離

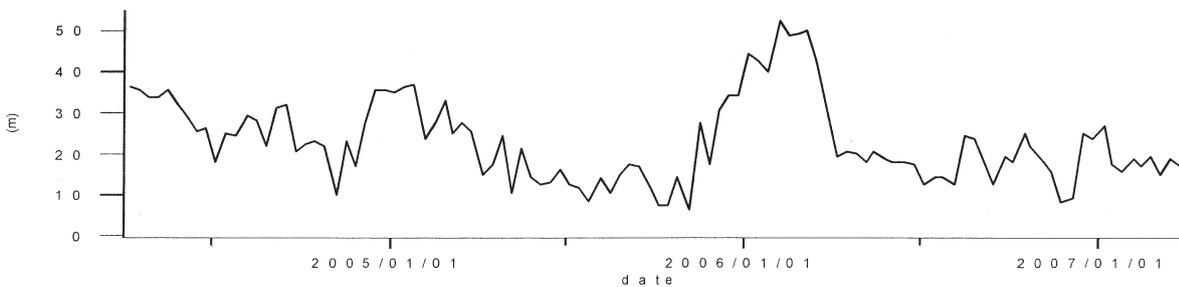


図-7 2004年4月~2007年3月のカスプの振幅

鳥取大学大学院工学研究科/工学部研究報告第40号

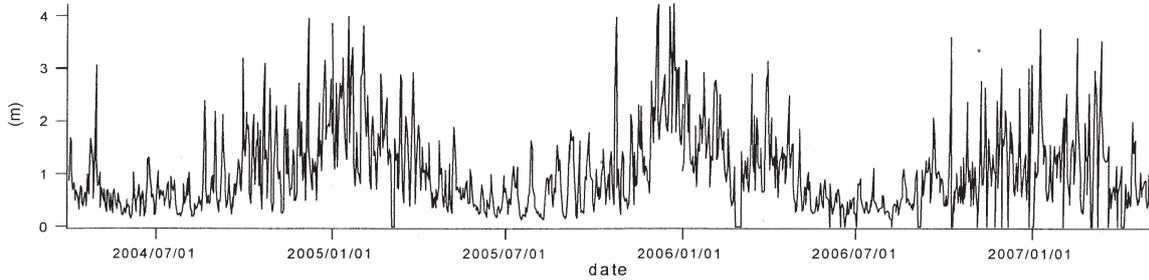
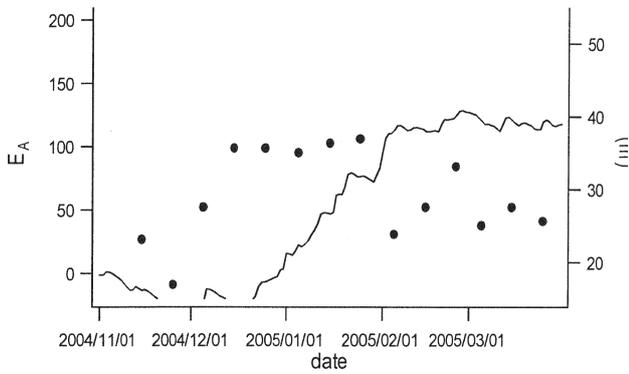
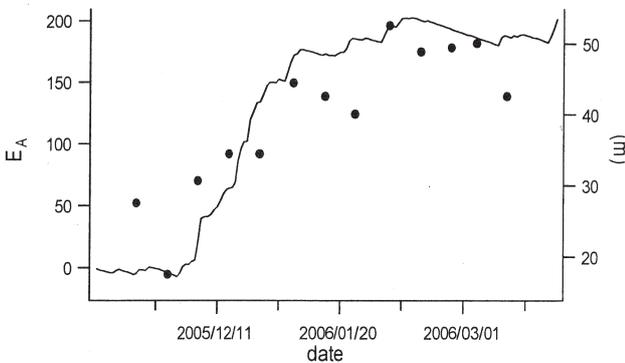


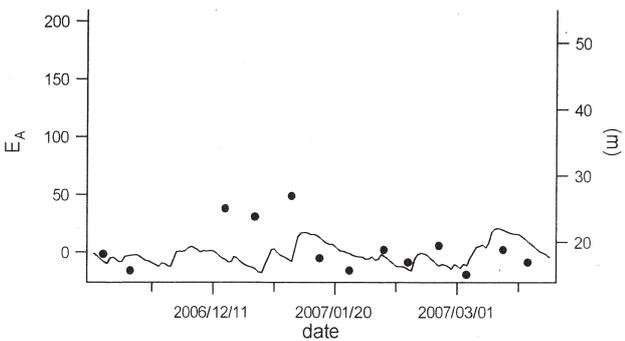
図-8 2004年4月～2007年3月の日平均有義波高 (ナウファス：鳥取)



(a) 2004-2005



(b) 2005-2006



(c) 2006-2007

図-9 E_Aとカスピの振幅の関係

$$E^* = A(E_H - E_C) \tag{9}$$

ここにAは定数,

$$E_H = H_{1/3}^2, \quad E_C = H_C^2$$

である. 1日に来襲する汀線方向単位幅あたりの波エネルギーWは, 群速度C_Gを√ghで近似するとE√ghT_dと与えられる. ここにE = ρgH²/8, T_dは1日の時間である. hを砕波水深で近似してこれを3年とも同じ一定値を用いることにすればWは波高の2乗に比例する. したがって式(9)の定数をA = 8/ρg√ghT_dとした. H_{1/3}としては日平均有義波高, H_CとしてはEの積算値E_Aとカスピの振幅との変化の対応が良好であった1.6mを用いた. E_Aは

$$E_A(N) = \sum_{i=0}^N E_i^* \tag{10}$$

と与えられる. ここにNは高波浪開始日(i = 1)からの日数である.

図-9は各年の11月1日から3月30日の間の毎日のE_A(実線)をプロットしたものである. 高波浪開始日は11月1日とした. 図中には同じ期間のカスピの振幅を●印で示した. ただし座標軸は右側である. (a)から(c)の各図を比較するとE_Aの値が年毎にかなり大きく変わることがわかる. 図-8からわかるように, 3年とも年最大の有義波高(日平均)はいずれも4m程度のものが来襲しているが, 図-9のような差が現れているのは高波浪の出現間隔の差と考えられる. 2004年は12月下旬, 2005年は12月上旬からE_Aの値が増加し始めている. これに対して2006年

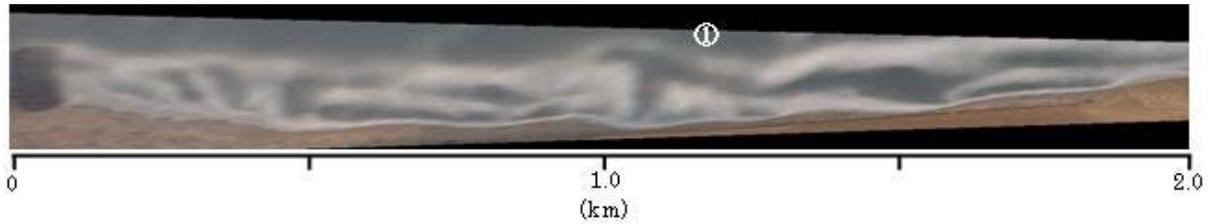


写真-8 滞筋 (2007年1月10日)

は増加傾向が見られない。2004年～2005年の冬期はカस्प（●印）の成長の方が E_A の増加より約2週間ほど早めに現れているが、2005年～2006年の冬期にはカस्पの発達と E_A とは良い対応を示している。また2006年～2007年の冬期も両者の対応は良好である。

写真-5, 6に見られるように、カस्पと沖に発生する砂州の凹凸は対応する。2006年から2007年の冬期にもカस्पの振幅は小さいものの、図-6に見られるように、砂州は大きく沖側に凸形状になっていることを示している。しかしこの期間には例年（写真-5）のように大きな滞筋が現れておらず、むしろ写真-8の①の部分のように沿岸方向の大きな滞筋が見られた。小さな滞筋の発生は見られたが場所が一定していなかった。

8. Outer bar

(1) 波長

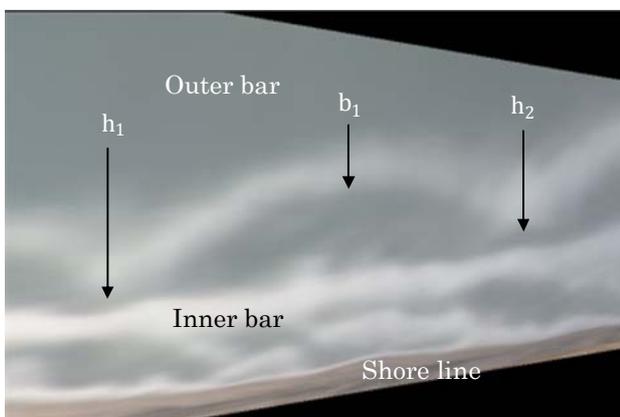


写真-9 Outer bar の Horn, Bay

ここでは outer bar について検討を行う。鳥取砂丘海岸は少なくとも2段の沿岸砂州システムをもつ。すなわちここまで説明した沿岸砂州 (inner bar) の沖側にもう一段の砂州 (outer bar) が存在する。outer bar は高波浪時にその上で波が砕波することで存在が確認できる。写真-9には汀線, inner barの沖に outer bar の存在が確認できる。写真中に outer bar の horn, bayの位置を示した。写真-10は2005年2月から2006年9月の鳥取港東防波堤を起点とする1km (南北) ×4km (東西) の区間の ARGUS 写真である。写真より outer bar はいずれも沖側に凸な形状を示している。

図-10は写真-10のほぼ中央部（鳥取港から2km付近）の outer bar の horn, h_1 , h_2 の沿岸方向の位置の変化を2004年秋から2008年春まで示したものである。Outer bar は水深4m付近に存在し、波高が3m以上でないとこの付近で砕波しないため、夏季には ARGUS 画像に砂州が現れない。したがって春から秋にかけては台風などによる波がない限り砂州の位置を確認することができない。しかしながら、Outer bar は年間を通じて位置、形状ともあまり変化しないので、bar を見ることのできない春から秋の期間はほぼ変化がないと推定される。図から h_1 (+印), h_2 (○印)とも4年間大きな位置の変化はないが、平均的には、両方とも4年間に150m程度西に移動している。 h_1 , h_2 の位置の沿岸方向の季節による変動は各年とも200m以下で、変動がある場合でも+, ○印の変化はほぼ平行に変動している。

図-10には h_1 と h_2 との沿岸方向の距離すなわち

鳥取大学大学院工学研究科/工学部研究報告第40号

outer bar の波長 (△印) を合わせて示した. 図からわかるように波長は 800m から 1000m の間で変動するものの 4 年間平均してみると平均値は約 900m とほぼ一定している. 写真-10 からわかるように図-10 に示した砂州の西側 (鳥取港側) にも 2 つの弧状砂

州 (outer bar) が存在する.

図-11 はこれらの砂州の約 3 年間にわたる波長の変化を示したものである. ○印が鳥取港側 (L_1), △印がそれより東側 (L_2) の砂州の波長である. ○印の砂州の一部は千代川の河口 (幅約 200m) にかかっ

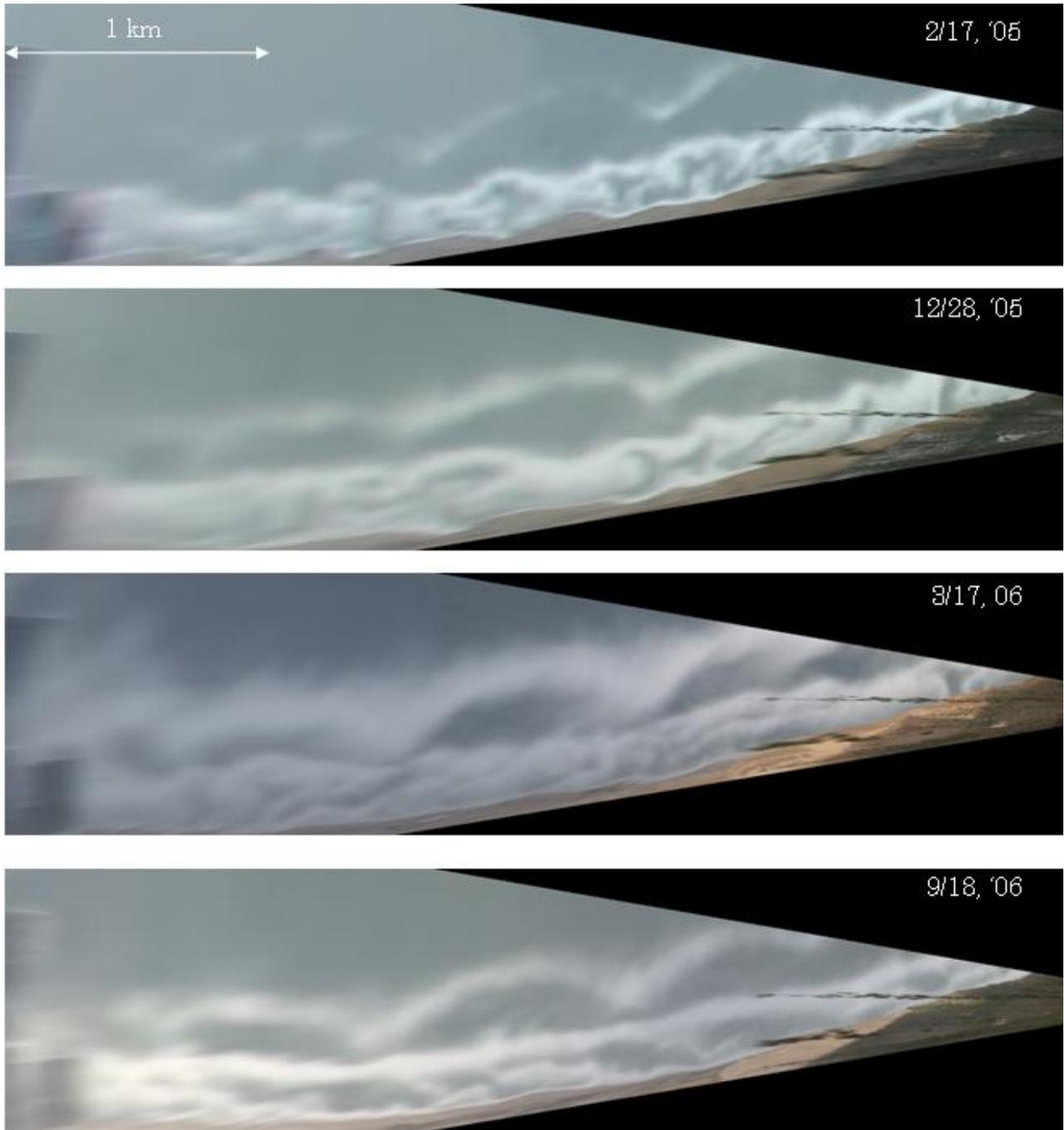


写真-10 鳥取砂丘海岸の ARGUS 画像

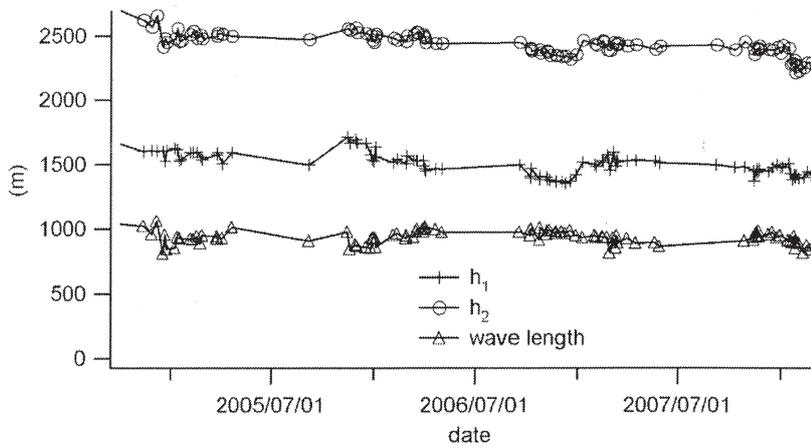


図-10 Outer bar の horn の沿岸方向の位置と bar の波長

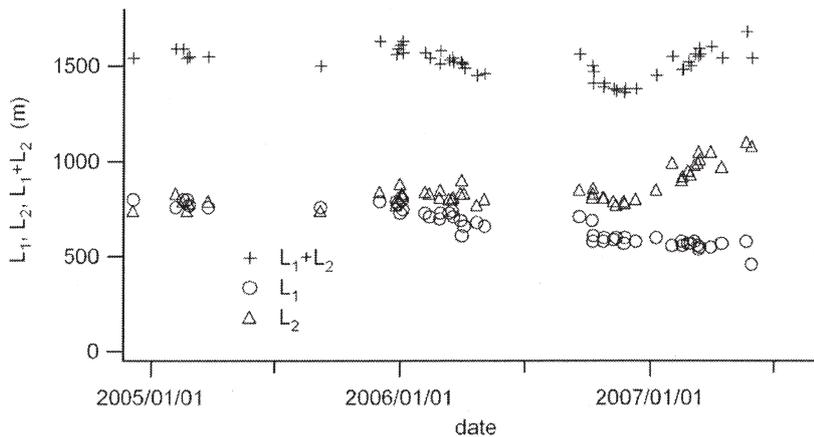


図-11 Outer bar の波長, L_1 : 鳥取港側, L_2 : 東側

ている。図からこの砂州の波長は 2005 年初頭の約 750m から約 3 年で 500m 程度まで短くなっている。

特に 2006 年初頭からの変化が大きい。一方, Δ 印の砂州は逆に 2006 年初頭から波長が大きくなり, 2007 年夏頃には 1050m 程度まで長くなっている。同じ図中に両方の波長の和を +印で合わせて示した。図からわかるように 2007 年初頭に 100m ほど短くなっているもののその後回復しており, 約 1500m とほぼ一定値を保っている。

(2) 振幅

鳥取港から東側 2km 付近の outer bar の h_1 , h_2 なら

びに b_1 の汀線からの距離を示したものが図-12 である。図中には弧状砂州の bay の位置 b_1 (○印), 西側の horn の位置 h_1 (+印), 東側の horn の位置 h_2 (△印) の汀線からの距離を示した。図より ○印は 2005 年初頭には沖合 450m 付近にあったが, 2008 年 1 月には沖合 400m まで緩やかではあるが近づいてきている。一方 h_1 , h_2 は 2006 年の秋に 200m まで岸に近づいたこともあるが, 平均的には汀線から 300m 付近にあり, 2005 年から 3 年の間も増減の傾向は見られない。ただ, h_1 , h_2 とも, 各年とも 1 月はじめから 4 月にかけて次第に岸に近づく傾向を示す。しかし, この図に示した 3 年間, h_1 , h_2 と b_1 とは少なくとも

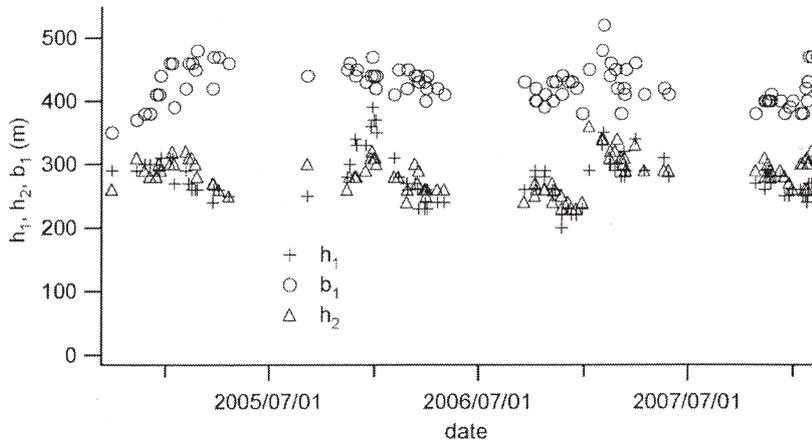


図-12 Outer bar の horn, bay の汀線からの距離

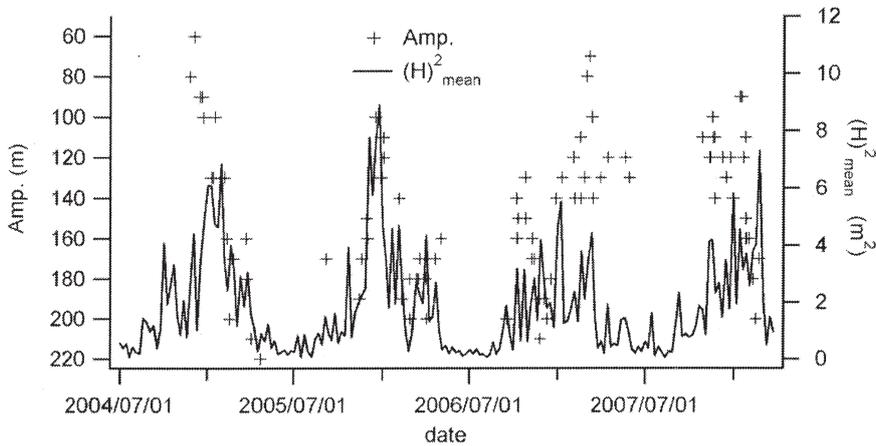


図-13 Outer bar の振幅と波高の2乗の1週間の平均値の変化

50m~150m の距離を保っている。すなわち、冬季には幾分振幅が減少するものの、outer bar は常に弧状を保っているといえる。ここで振幅とは写真-9 で示した h_1 , h_2 の2点を直線で結び、この直線に b_1 からおろした垂線の長さである。写真-10 の上2枚の写真を比較すると2月のもののほうが凹凸が大きい。この特性を検討するために弧状砂州の振幅を検討した。

図-13 に振幅 (+印) の変化を示した。比較のために振幅の目盛り (左縦軸) は大小が逆に取ってある。図より、2005年、2006年は両年とも初冬より振幅が増加し、5月頃から10月頃までは約200m と最大の振幅を示し、晩秋から初冬にかけて100m 程度

小さくなる。夏期は bar が確認できないが、波は静穏であるので、夏期には砂州の形状に変化はないと推定される。2007年はそれ以前の2年間と異なる性質を示す。すなわち、2007年初冬から振幅の増加がみられず、2008年初めから振幅の増加傾向が観察されている。2007年は暖冬で来襲波も波高の大きなものは少なく、かつ間欠的で、冬季に通常見られる汀線のカस्प地形もほとんど発達しなかった。2005年、2006年にみられた outer bar の振幅の回復もこのような他の現象と関係するものと推定される。図-13 には合わせて平均波高の2乗の値を示した。図中で実線は波高の2乗の1週間の平均値 (右側目盛) である。波浪データはナウファスによった。2005年、2006

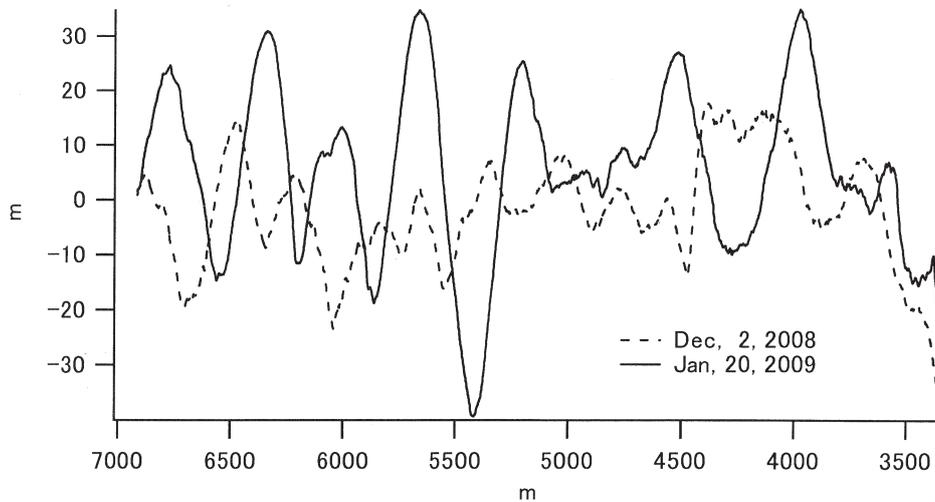


図-14 平均位置からの汀線

年の2年間、波エネルギーの増加とともに bar の振幅が減少し、エネルギーが減少するにつれて増加する傾向を示している。2007年はこれら2年間と大きく異なる傾向がみられる。すなわち、波エネルギーの増加とともに bar の振幅の減少がみられるものの、エネルギーが減少した春になっても振幅が大きくなり120m程度の値を保ったまま2008年の冬季に至っている。2008年も波エネルギーが少ない傾向があり振幅の発達も2005年、2006年と幾分異なる傾向を示す。振幅の消長を2005年、2006年の記録に限って考えると、波エネルギーが増加すると bar の振幅は小さくなり、エネルギーが減少すると長くなるようである。

9. GPS 測量

2006年の秋以来 ARGUS 法による観測に加えて GPS を用いた汀線の測量を行っている。この方法では10月から2月の間、平均して週に1回アンテナを背負って移動して汀線位置の測量を行った。鳥取海岸は幅が約7.5kmの砂浜海岸であるが、海岸の東半分約3.5kmの部分に8基の人工リーフが設置してある。測量は全域にわたって実施しているが、ここではその西半分約4kmの自然海岸の区間について検

討を行う。鳥取砂丘海岸の両端の経距は約7km、緯距が約2.5kmあり、わずかに陸側に窪んだ凹状の海岸である。座標系は東端の岩戸港を原点として経度に逆向き方向にx軸、緯度方向にy軸をとった。まず、各年の第1回目の西半分4kmの部分の汀線観測データ (x_i, y_i) , $(i = 1, 2, 3, \dots)$ に対して3次多項式によ

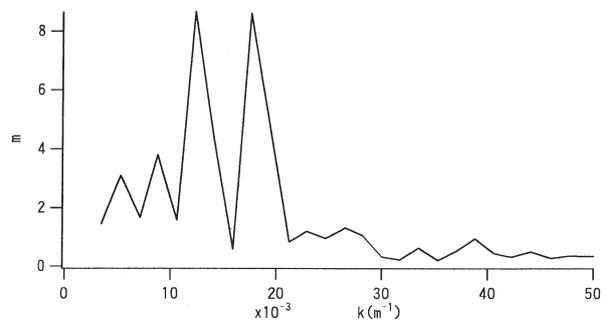


図-15 波数スペクトル (Jan.20, 2009)

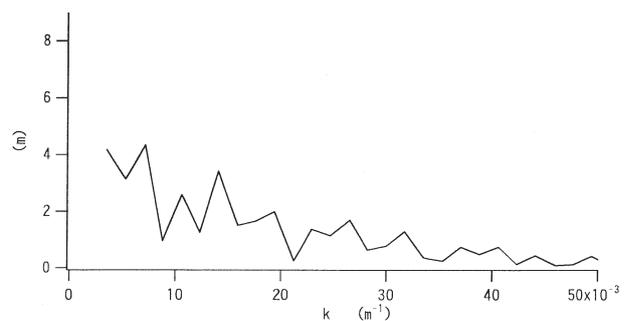


図-16 波数スペクトル (Oct.18, 2006)

鳥取大学大学院工学研究科/工学部研究報告第40号

る近似を行う. この3次多項式を $F_3(x, y)$ とする. 例年10月頃の海岸線はほぼ滑らかで, $F_3(x, y)$ は汀線の平均的な傾向に対してよい近似を与える. データ解析はGPS観測データから $F_3(x, y)$ を差し引いた値 $S(x_i, y_i)$, ($i = 1, 2, 3, \dots$)を用いた.

図-14は2008年12月2日(点線), と2009年1月20日(実線)の同じ範囲の汀線の形状を示したもので, $x = 3350 \sim 7000$ mの区間を示した. 図より, 2008年12月は小さなカスプの他5400~6200 m付近の汀線の後退, 3800~4600 m付近の汀線の前進などがみられる. 一方, 2009年1月には, 全域で波長が数百mのカスプが現れ, hornおよびbayの位置の振幅はそれぞれ30~40 mに達している($x = 5500$ m付近). したがってhorn~bay間の緯距は約80 mに達した.

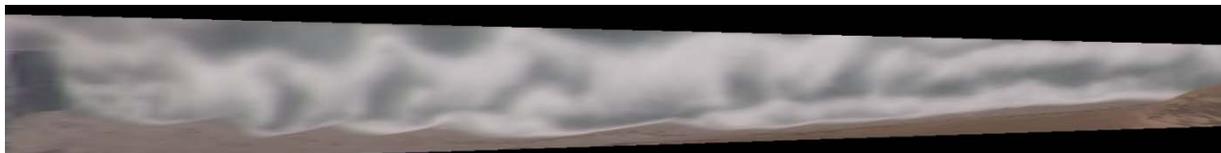
図-15は2009年1月20日の図-14に示した区間の汀線データのフーリエ解析(線形の波数スペクトル)の結果である. 図より, 波数 0.0123m^{-1} と 0.0176m^{-1} にシャープなピークが表れている. これらは波長511 mおよび357 mに対応するが, 海岸線は経線に対して約 20° 傾いているので沿岸方向の波長に変

換するとそれぞれ $L_1 = 547$ m(波数 $k_1 = 0.0115\text{m}^{-1}$)および $L_2 = 381$ m(波数 $k_2 = 0.0165\text{m}^{-1}$)となる. これらの波数スペクトルのピークは1月末頃まで存在した.

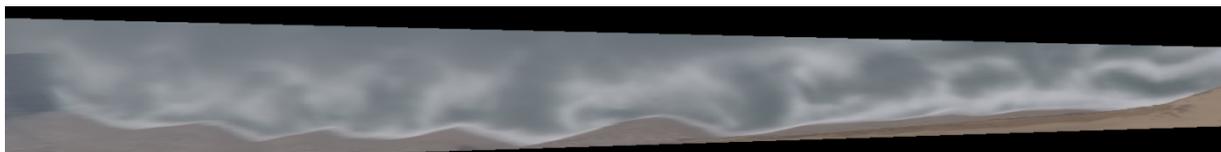
写真-11はこの期間の砂丘海岸のARGUS画像であり, (a)2008年12月27日, (b)2009年1月3日および(c)2009年1月20日の画像である. 写真はいずれも左右2 km, 上下250 mの区間のものである. (a)の写真では汀線にはまだカスプ特性は表れていない. しかし, 海中には明確な滞筋が形成されており, 滞筋は(c)の写真の頃までほぼ同じ位置に存在している. また(b)の写真に見られるように, 汀線には滞筋の位置に対応してカスプのbayが表れており, 12月末からカスプが次第に成長していることが分かる. 通常, 滞筋は固定した位置に発達する性格のものでなく, 波浪によって変動する. 写真-11のケースではほぼ1ヶ月にわたって滞筋が同じ場所に維持されており, これを維持する何らかの潜在的な力の存在が推定される. 図-15に示すように2つの成分波の振幅はほぼ等しく波数が少し異なる. これらの成分波形を



(a) Dec. 27, 2009

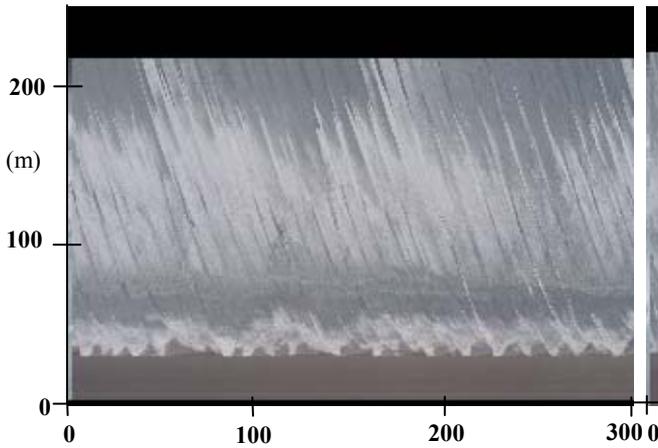


(b) Jan. 3, 2009



(c) Jan. 20, 2009

写真-11 ARGUS 画像

写真-12 タイムスタック画像 ($x = 6400$ m)

$$\eta = 2a \operatorname{cRS} \left(\frac{k_1 + k_2}{2} x \right) \operatorname{cRS} \left(\frac{k_1 - k_2}{2} x \right) \quad (11)$$

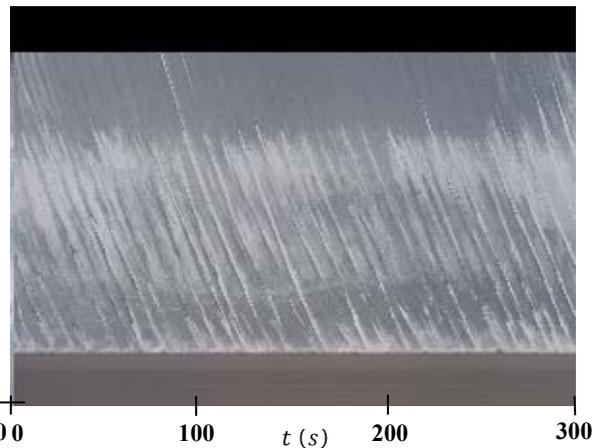
のように近似する。カスプの平均的な波数 $(k_1 + k_2)/2$ は約 0.014 m^{-1} (波長449 m) であるが、カスプは2513 m (波数 $(k_1 - k_2)/2$) で波形を繰り返すことになる。すなわち、岩戸～鳥取港の距離 (砂丘海岸+千代川の川幅) 7700 m の間で3回このパターンが繰り返されることになる。ただし海岸の東半分には人工リーフがあるためこの繰り返しのカスプは存在しない。

10. edge 波との比較

ここでは重複 edge 波の存在がほぼ1ヶ月にわたって**写真-11** に滞筋を維持する力となる可能性について検討を行う。Eckart [14]によれば edge 波の波長 L と周期 T には次の関係が存在する。

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} (2n + 1) \tan \beta \quad (12)$$

ここに n はモード数、 $\tan \beta$ は海底勾配である。鳥取海岸の海底勾配は約 $\tan \beta = 1/100$ である。波長として上の L_1, L_2 を用いると周期 T は**表-1** のようになる。2009年1月の入射波の $T_{1/3}$ は高々10 s であるので、 n の値にかかわらず、これらの周期は入射波のものよりかなり大きい。したがってこれらの波は入射波と共振的に発生したものではない。**写真-12** は2008

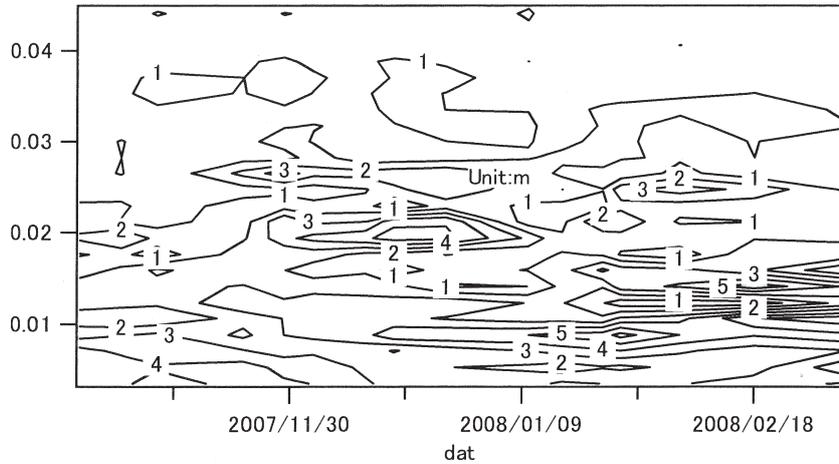
写真-13 タイムスタック画像 ($x = 6550$ m)

年12月31日の $x = 6400$ m の位置のタイムスタック画像であり、縦方向は距離、横方向は時間を表す画像である。この日の有義波高は $H_{1/3} = 2.67$ m (ナウファス：柴山港) であり、波高の大きな波は outer bar で碎波するため、outer bar より岸側では最大の波高はほぼ一定であるものと推定される。**写真-12** の画像はカスプの bay の位置のものであり、もし重複 edge 波が存在すれば重複波の腹の位置に相当する

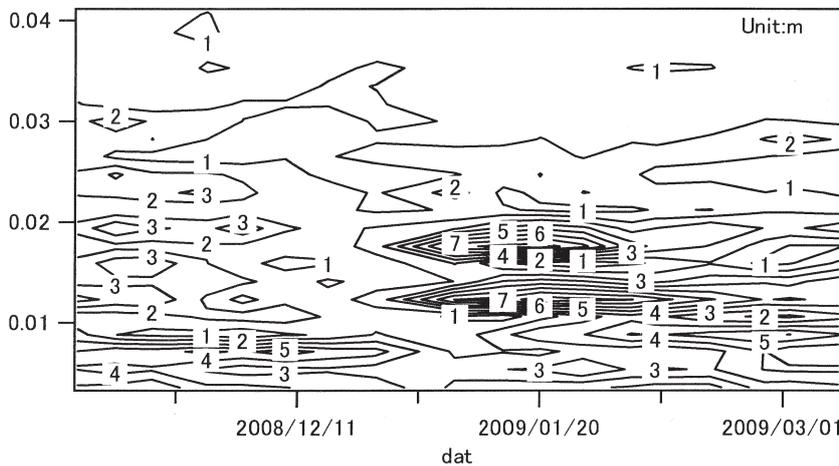
(Bowen ら [15])。画像の中に見られる白い線は碎波しながら伝播する波峰の軌跡である。画像に見られるように沖側の2か所で碎波開始位置がかなり沖側にシフトしている。**写真-13** はカスプの horn と bay の中間位置 ($x = 6550$ m) のタイムスタック画像である。この画像から、碎波開始点に多少のばらつきはあるが**写真-12** ほど大きくはない。上述したように、この日は outer bar 位置での碎波もみられたので波高の大きな波は bar の位置で碎波し、inner bar の位置では最大の波高はほぼ一定となり、碎波開始点はほぼ揃うものと考えられる。**写真-13** にはこの特徴がみられる。

表-1 edge 波の周期(s)

	$n = 0$	$n = 1$	$n = 2$	$n = 3$
L_1	186.7	107.8	83.5	70.6
L_2	156.1	90.1	69.8	59.0



(a) 2007-2008



(b) 2008-2009

図-17 波数スペクトル $S_k(k)$ の変化

したがって**写真-12**の特徴は、これらの時間帯に逆にこの位置で水深が小さくなっていることが推定される。**写真-12**の砕波の発生間隔は約120sであり、ともに50s程度継続している。これが長周期の波の存在による平均水位の低下によるものと考え、オーダーとしては**表-1**のedge波が可能である。ただし表よりモードは $n = 1$ が可能性としては大きい。汀線の打ち上げ波形のフーリエ解析も併せて行った。データの時間長が300sと短いため、100s付近の周波数成分について精度は十分でないが、成分波の存在は検出された。**写真-11(a)**でられるように、汀線から40~50m付近に汀線に平行な砂州が存在する。モ

ード $n = 1$ のedge波では $x/L = 0.1 \sim 0.2$ 付近で波の位相によっては平均水位が低くなる。入射波とedge波の位相がカップリングすると平均水位の低下時にこの位置にさしかかった波は砕波しやすくなるため、この部分に見かけのbarが表れているものと推定する。この位置から推定される波長 L_1, L_2 も。**図-15**のものとほぼ対応する。

11. 波数スペクトルの変化

ここでは波数スペクトルの変化について検討を行う。**図-16**は秋期、カスプが見られない時期の汀線の波数スペクトルである。この時期のものは低波数

部分の値が大きく高波数になるほど値が小さくなる特性を示す。12月から1月にかけて図-15のように固有の成分の振幅が大きくなりまた3月頃から秋にかけて図-16のような形状をもつようになる。図-17(a)は2007年~2008年、(b)は2008年~2009年の高波浪時期の波数スペクトル $S_k(k)$ の時間変化を示したもので、振幅の等値線図である。図よりわかるように、顕著なピークは特定の波数で現れるわけではなく、年、期間で少しずつ変化する。これより、カस्पは年ごとに異なる特性をもつことが推定される。

12. おわりに

この研究は現在も継続中であり、筆者の木村は平成22年3月で退職するが、木村、大野共に研究を継続する計画である。鳥取海岸は力学的に見て非常に興味ある研究対象と考えており、この海岸での研究を通じて、新たな海浜流モデルの開発に貢献できればと妄想をたくましくしている。

謝辞

GPS観測に協力していただいた学生(当時)の皆様に感謝に意を表します。

参考文献

- [1] Wiegel, R. L. (1947) : たとえば Lippmann ら (1989), J. Geophys. Res. *Sol.*94, No. C1, pp. 995-1011.
- [2] Lippmann, T. C. and R. A. Holman (1989) : Quantification of sand bar morphology : A video technique based on wave dissipation, J. Geophys. Res. *Sol.*94, No. C1, pp. 995-1011.
- [3] Stockdon, H. C. and R. A. Holman (2000) : Estimation of wave phase speed and nearshore bathymetry from video imagery, J. Geophys. Res. *Sol.*105, No. C9, pp. 22,015-22,033.
- [4] 鈴木高二朗ら (2002): ARGUS ビデオ解析による宮崎住吉海岸の長期地形観測, 海岸工学論文集, *Sol.* 49, pp. 571-575.
- [5] 鈴木高二朗・栗山善昭 (2004) : 住吉海岸におけるバーの長期変動について, 海岸工学論文集, *Sol.* 51, pp. 521-525.
- [6] 鈴木高二朗・小澤康彦・村上俊春・竹田 晃 (2005): ビデオ画像を用いた住吉海岸における沿岸流の長期連続観測, 海岸工学論文集, *Sol.* 52, pp. 601-605.
- [7] 春日屋伸昌 (1979) : 測量学 II, 朝倉出版, 357p.
- [8] CALSAT32(オンライン) : <http://www.geocities.co.jp/Technopolis-Mars/8632/>
- [9] 砂村継夫(1984) : Swash zone を含む砕波帯の岸沖漂砂量に関する研究, 第31回海岸工学講演会論文集, pp.316-320.
- [10] 佐々木民雄 : たとえば海岸環境工学 (本間 仁監修) (2004) : 第1編, 第6章, pp.104-123.
- [11] 日野幹雄 (1973) : 海浜流系の発生理論—単純化された理論, 第20回海講, pp.339-343.
- [12] Bowen, A. J. (1969) : The generation of longshore currents on a plane beach, J. Marine Res. *Sol.* 27, No.2, pp.206-215.
- [13] ナウファス(オンライン) : <http://www.mlit.go.jp/kowan/nowphas/index.html/>
- [14] Eckart, C. (1951) : Surface waves in water of variable depth, Wave Rep. 100, S10 Ref. 51-12, 99p. Univ. of Calif. Scripps Inst., Oceanogr.
- [15] Bowen, A. J. and D. L. Inman (1971) : Edge waves and crescentic bars, J. Geophys. Res., *Sol.*76, No.36, pp.8862-8671.

(受理 平成21年11月2日)

平衡に支配された昇温脱離スペクトルから吸着熱を算出する方法

片田 直伸・丹羽 幹
鳥取大学大学院工学研究科化学・生物応用工学専攻

Methods for Calculating Heat of Adsorption from Temperature-Programmed Desorption Spectrum under Equilibrium Control

Naonobu KATADA and Miki NIWA
Department of Chemistry and Biotechnology, Graduate School of Engineering
Tottori University, Tottori, 680-8552 Japan
E-mail: katada@chem.tottori-u.ac.jp

Abstract: Methods for calculation of heat of adsorption from a TPD (temperature-programmed desorption) spectrum are reviewed. Ammonia TPD is well analyzed by these methods to clarify the acidic properties of various solid catalysts.

Key Words: Ammonia TPD, Adsorption heat, Solid acid catalyst

1. 固体酸性質測定のためのアンモニア TPD 法

酸は触媒として付加・異性化・縮合・分解・置換などのさまざまな反応を促進する。教科書には硫酸や塩化アルミニウムなど、溶液に溶けた酸が酸触媒の例として記されていることが多いが、溶液の酸は反応後に生成物から分離することが困難で、中和して廃棄されることが多いので、環境負荷抑制の観点から使用が困難となってきた。そこで固体表面に酸点を有する固体酸触媒が工業的に広く用いられている。固体酸触媒の一つであるゼオライトは、例えば原油中の大きな炭化水素分子を分解して利用価値の高いガソリン留分をつくるアルカン分解反応に用いられており、固体酸触媒は石油文明を支えていると言える。

溶液の酸の性質(H^+ の数や酸強度など)は指示薬法で測定できる。しかし固体の酸性質を指示薬法で測定するのは困難で、測定法は確立されていない。このことは新しい固体酸触媒の開発にブレーキをかけている。例えば、USY (超安定化 Y)ゼオライトは石油中のアルカン分解触媒として 40 年以上用いられているにも関わらず、この触媒の酸性質の特徴も酸点の発現機構も完全にはわかっていない。このため、なぜこの触媒が高い活性を持つのか、理由は明らかでない。近年、より大きな炭化水素分子を分解できる新しい触媒が求められているが、従来の触媒に関する情報が足らないの

で、多くの研究が行われているにも関わらず、USY より高い性能を持つ触媒は見出されていない。固体酸性質の測定法を確立することは、資源・エネルギー問題の解決のために極めて重要である。

固体表面の化学的機能の解析のため、昇温脱離 (temperature-programmed desorption, TPD)法が広く用いられている。この方法では、プローブとなる気体分子を低温で吸着させ、不活性気体(キャリアガス)流中で固体試料を昇温し、脱離したプローブ分子の濃度をモニタし、濃度の温度に対する相関を描く。一例を図 1 に示す。これを TPD スペクトルと呼び、脱離ピークの大きさ、位置、形状から吸着点の数、吸着の強さ、その分布などを定量的に測定できる。吸着量や吸着熱そのものを測定する種々の方法に比べ、簡便な装置で高い精度で定量できるのが特徴である。

筆者らは固体酸点の測定のためのアンモニア TPD 法を開発してきた。アンモニアは塩基性の気体であるので酸点に吸着する。アンモニア TPD 法では脱離ピークの大きさ、すなわち脱離した(=吸着した)アンモニアの分子数から酸点の数(酸量)を決定できる。これに加え、通常のアンモニア TPD の条件では測定中に平衡が成立し、気相アンモニアの再吸着が自由に起きているので、ピークの大きさ、位置、形から平衡に関するパラメータ(アンモニア吸着熱など)を求めることができる。アンモニアを強く吸着する吸着点は強い酸点であるから、

アンモニア吸着熱は酸強度の指標である。また吸着熱は明確な定義を持つパラメータであるから、他の物理化学的指標、例えば H_0 指数と関連づけることもできる。

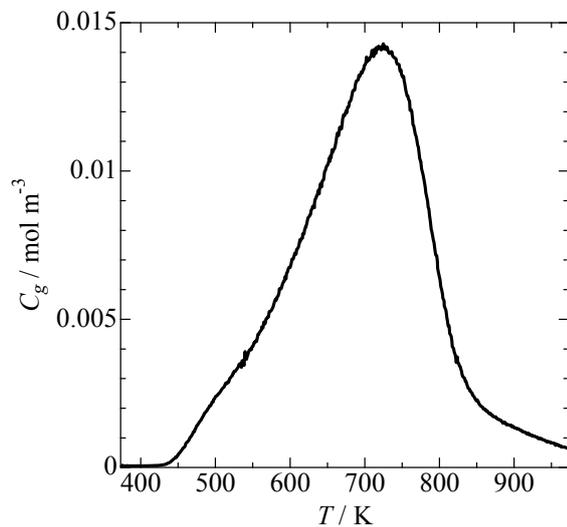


図 1 アンモニア TPD スペクトルの一例。試料はゼオライトの一種モルデナイト。

ただし、吸着熱の計算は単純ではなく、熱力学に基づく解析を必要とする。筆者らはアンモニア TPD の実験法の開発と並行して、吸着熱の具体的な計算手順を提案し、これが内外で広く使われてきた。本稿では TPD スペクトルに関する熱力学的考察、吸着熱の算出法およびその進歩について解説する。この方法はアンモニア TPD に限らず、平衡支配の TPD 過程に対して一般的に使えるはずである。

なお、近年筆者らは赤外分光 (IR) と質量分析 (MS) を組み合わせたアンモニア IRMS-TPD 法によって、TPD スペクトルに対する特定の種類の酸点の寄与を抜き出して測定する方法も開発した [1]。スペクトルが得られた後の数学的解析法は同じなので、本稿では区別しないで議論する。

2. 理論式の導出

筆者らは、通常のアンモニア TPD 測定では、多くの固体酸触媒上で平衡 (1) が成立し、再吸着が自由に起きていることを見出した [2, 3]。



ただし、 (NH_3) は吸着したアンモニアを示し、 $()$ は空の吸着点を示す。

(1) 式の平衡定数 K はつぎのように書ける。

$$K = \frac{1-\theta}{\theta} \frac{C_g RT}{P^\circ} \quad (2)$$

ただし、 θ , C_g , R , T , P° はそれぞれ被覆率 (酸点のうちアンモニアが吸着したものの割合)、気相アンモニア濃度 (mol m^{-3})、気体定数 ($8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$)、温度 (K)、標準状態の圧力 ($1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$) である。この平衡定数は熱力学的パラメータと (3) 式のように関連づけられる。

$$K = e^{-\frac{\Delta H^\circ}{RT}} e^{\frac{\Delta S^\circ}{R}} \quad (3)$$

ただし、 ΔH° , ΔS° はそれぞれ (1) 式 (アンモニアの脱離) に伴う標準エンタルピー (J mol^{-1}) およびエントロピー変化 ($\text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$) である。 ΔH° は吸着熱とも呼ばれる。

(2), (3) 式から (4) 式が導かれる。

$$C_g = \frac{\theta}{1-\theta} \frac{P^\circ}{RT} e^{-\frac{\Delta H^\circ}{RT}} e^{\frac{\Delta S^\circ}{R}} \quad (4)$$

(4) 式は気相アンモニア濃度の温度依存性を示している。すなわち TPD スペクトルの数学的な記述である。

一方、アンモニアの脱離速度は被覆率の減少速度に酸点の数を乗じたものであり、これが気相のアンモニアの排出速度に等しいから、(5) 式が導かれる。

$$FC_g = -\beta A_0 W \frac{d\theta}{dT} \quad (5)$$

ただし、 β , F , A_0 , W はそれぞれ昇温速度 (K s^{-1})、キャリアガスの流速 ($\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$)、固体試料の単位重量あたりの酸量 (mol kg^{-1})、試料量 (kg) である。後の参考のために示すと、現実によく観測される A_0 は $0.01 \sim 5 \text{ mol kg}^{-1}$ 程度で、よく用いられる β , F , W はそれぞれ 0.17 K s^{-1} , $6 \times 10^{-6} \sim 6 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, $10^{-5} \sim 10^{-4} \text{ kg}$ 程度である。

(4), (5) 式からは (6) の関係が得られる。

$$-\frac{d\theta}{dT} = \frac{\theta}{1-\theta} \frac{F}{\beta A_0 W} \frac{P^\circ}{RT} e^{-\frac{\Delta H^\circ}{RT}} e^{\frac{\Delta S^\circ}{R}} \quad (6)$$

(4)および(6)式がアンモニア TPD スペクトルを記述する理論式である。

3. 多点法[2]

(4)式を温度で微分すると(7)式が得られる。

$$\frac{dC_g}{dT} = \frac{P^\circ}{R} e^{-\frac{\Delta H^\circ}{RT}} e^{\frac{\Delta S^\circ}{R}} \frac{1}{(1-\theta)T} \left\{ \frac{1}{1-\theta} \frac{d\theta}{dT} + \frac{\theta(\Delta H^\circ - RT)}{RT^2} \right\} \quad (7)$$

(7)式に(6)式を代入すると(8)式が得られる。

$$\frac{dC_g}{dT} = \frac{P^\circ}{R} e^{-\frac{\Delta H^\circ}{RT}} e^{\frac{\Delta S^\circ}{R}} \frac{\theta}{(1-\theta)RT} \left\{ -\frac{1}{(1-\theta)^2} \frac{F}{\beta A_0 W} P^\circ e^{-\frac{\Delta H^\circ}{RT}} e^{\frac{\Delta S^\circ}{R}} + \frac{\Delta H^\circ - RT}{T} \right\} \quad (8)$$

脱離ピークの頂点では dC_g/dT がゼロなので、(9)式が成立する。

$$T_m \frac{F}{A_0 W} = e^{\frac{\Delta H^\circ}{RT_m}} \frac{\beta(1-\theta_m)^2 (\Delta H^\circ - RT_m)}{P^\circ e^{\frac{\Delta S^\circ}{R}}} \quad (9)$$

ただし、 T_m 、 θ_m はそれぞれピーク頂点での温度(K)と被覆率である。

(9)式の両辺の対数を取って(10)式が得られる。

$$\ln T_m - \ln \frac{A_0 W}{F} = \frac{\Delta H^\circ}{RT_m} + \ln \frac{\beta(1-\theta_m)^2 (\Delta H^\circ - RT_m)}{P^\circ e^{\frac{\Delta S^\circ}{R}}} \quad (10)$$

この式は、TPD スペクトルにおけるピーク位置 T_m が実験条件 W/F に左右されることを示している。実際に1つの試料で W/F を3桁ほど変えて測定すると、ピーク温度は200 K以上変化する。これを異なる書き方で説明すると、測定中に系内でアンモニアの再吸着が自由に起きるため、キャリアガス流速に対して試料量が多いといった脱離したアンモニアの再吸着が多く繰り返され、高い温度になるまでアンモニアが系外に排出されない

ということである。

このことは、アンモニア TPD 法の短所を示しているように見える。TPD スペクトルの脱離温度は固体の酸強度を直接には示さないし、実験条件の異なるスペクトルの脱離温度を比較しても意味がない。仮に実験条件を揃えて行ったとしても、(10)式によれば、固体の特性である A_0 によって T_m が左右される(A_0 がどれほど大きく T_m に影響するかを後で示す)。すなわち、未知の試料の酸強度を分析することは不可能に見える。

しかしながら、(10)式を基にすれば、詳しい解析を経て、酸点とアンモニアの間の反応の性質を示すパラメータ ΔH° 、 ΔS° を求めることができる。平衡が成立していることは、短所ではなく長所なのである。

$$(10) \text{ 式の } \ln \frac{\beta(1-\theta_m)^2 (\Delta H^\circ - RT_m)}{P^\circ e^{\frac{\Delta S^\circ}{R}}} \text{ に現実によく}$$

得られるパラメータを当てはめると-20程度でほぼ一定となる。この項を定数と見なすと、

$$\ln T_m - \ln \frac{A_0 W}{F} \text{ は } 1/T_m \text{ の一次関数となる。}$$

(10)式の中で、 R 、 P° は定数、 W 、 F 、 β は実験条件、 T_m 、 A_0 、 θ_m は実験によって得られる実測値である。残りの未知の変数 ΔH° 、 ΔS° は、酸点とアンモニアの間の反応の性質を示すパラメータである。未知の変数はこれら2つしかないので、1つの試料に対して異なる W/F で数回の測定を行い、

$$\ln T_m - \ln \frac{A_0 W}{F} \text{ を } 1/T_m \text{ に対してプロットし、得られ}$$

た直線の傾きと切片からこれら2つのパラメータ ΔH° 、 ΔS° を求めることができる。この方法は厳密に実測値のみからアンモニア吸着の熱力学的パラメータを求める方法で、数回の実験を要するので多点法と呼んでいる。

多点法のプロットの例を図2に示す。このプロットの傾きが $\Delta H^\circ/R$ なので、傾きに R を乗じて ΔH° を得る。つぎに、このプロットの切片が $\ln \frac{\beta(1-\theta_m)^2 (\Delta H^\circ - RT_m)}{P^\circ e^{\frac{\Delta S^\circ}{R}}}$ であるので、パラメータを

全部代入して ΔS° を得る。 ΔH° としては90~160 kJ mol⁻¹程度が得られることが多い。まれに $\Delta H^\circ > 200$ kJ mol⁻¹ の非常に高い値が観察される[4]。

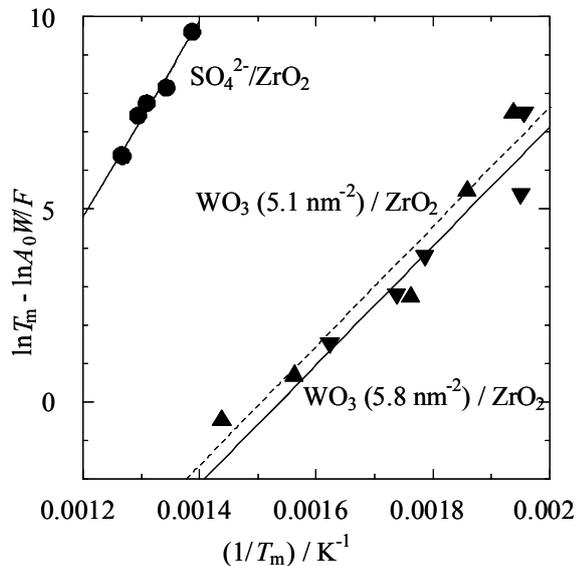


図 2 多点法のためのプロットの例. このプロットからは, $\text{SO}_4^{2-}/\text{ZrO}_2$ では 200 kJ mol^{-1} , WO_3/ZrO_2 では 130 kJ mol^{-1} の ΔH° が得られた.

4. 一点法 [2]

多点法で多くのゼオライトおよび複合酸化物触媒の ΔH° , ΔS° を決定したところ, ΔS° は測定したどの固体酸についてもほぼ一定であることがわかった. ΔS° から気体の混合によるエントロピー増加を差し引くと, アンモニア脱離のエントロピーはどの固体酸上でも約 $95 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ で一定である. Troutonの法則によると, 多くの液体の蒸発エントロピーは $90 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 程度で一定で, これは蒸発によって獲得される並進の自由度に相当する[5]. 測定された脱離エントロピーはこの値と近いと考えてもよい. さらに, アンモニアの蒸発エントロピー $97 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ にほとんど一致している. このことは, 種々の固体酸上でのアンモニアの自由度が共通であること, 脱離によって並進の自由度を獲得することを示しており, 測定の妥当性を支持しており, また多くの固体酸が共通の ΔS° 値を持つことを示唆している.

そこで ΔS° が一定と仮定すると, (10)式における未知のパラメータは ΔH° だけとなる. したがって1回の測定から(10)式を用いて ΔH° を算出することが可能である. この ΔH° こそが, 酸点とアンモニアの結合の質的な強さ, すなわち酸強度を示すアンモニア吸着熱である.

ただし, ΔH° 以外のパラメータが全てわかったとしても, (10)式を ΔH° に関する方程式として解くのは困難である. そこで, ΔH° を試行錯誤で変

化させ,

$$\ln T_m - \ln \frac{A_0 W}{F} - \frac{\Delta H^\circ}{RT_m} - \ln \frac{\beta(1-\theta_m)^2(\Delta H^\circ - RT_m)}{P^\circ e^{\frac{\Delta S^\circ}{R}}} = 0 \quad (11)$$

が成立する ΔH° を選ぶのが現実的な方法である. この方法によって, 1回の測定から酸量・酸強度(アンモニア吸着熱)を決定できる.

5. TPD スペクトルを示す関数の性質

A_0 と ΔH° のTPDスペクトルへの影響は(5), (6)式に示されているが, ここでシミュレーションを用いて具体的な影響を説明する.

(6)式右辺のパラメータのうち, R , P° , W , F , β , ΔS° はここまで述べたように既知である. したがって, ある温度 T における θ がわかっているとき, A_0 と ΔH° を仮定すると, わずかな温度上昇 dT の間の被覆率の減少速度 $-d\theta/dT$ を(6)式で計算することができる. 測定開始時の θ を1に近いとし(ただし0による除算の回避のために例えば0.99999とする必要がある), わずかな温度(例えば1K)の上昇の間の $-d\theta/dT$ を(6)式で計算する. これを(5)に代入すると, その温度における C_g を算出できる. 一方, 得られた $-d\theta/dT$ に dT を乗じると $-d\theta$ が得られ, これを最初の θ から引くと, dT だけ温度が上がった後の θ を計算できる. これらを繰り返すと θ , $-d\theta/dT$, C_g を T の関数として得ることができる. つまり, A_0 と ΔH° を仮定するとTPDスペクトル(T の関数としての C_g)をシミュレートすることができる. シミュレートされたスペクトルの例を図3と図4に示す. これらの例では実験条件が現実的な条件で統一され, A_0 と ΔH° のみを変化させてスペクトルが描かれている.

図3では A_0 を一定として ΔH° の影響が示されている. 自明のことであるが, A_0 が一定なのでピークの面積は一定で, ΔH° すなわち吸着の強さが大きいほどピークは高温に現れる. この条件では, ΔH° が 20 kJ mol^{-1} 増すとピーク温度が100Kほど増すことがわかる.

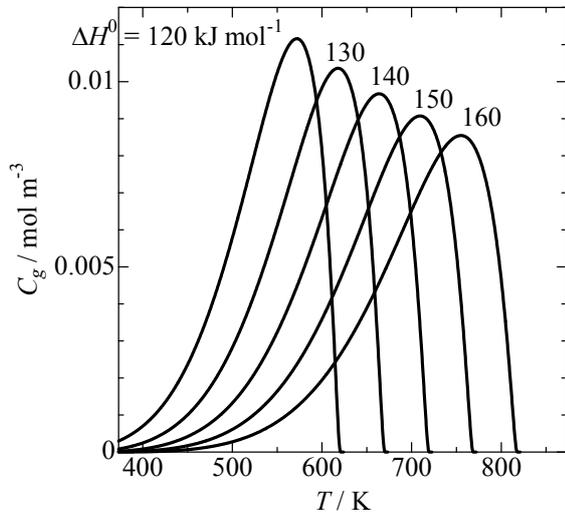


図3 A_0 を一定とし、 ΔH^0 を等間隔で変化させたときの(5)、(6)式による C_g の計算値. $\beta = 0.17 \text{ K s}^{-1}$, $W = 10^{-4} \text{ kg}$, $A_0 = 0.6 \text{ mol kg}^{-1}$, $F = 7.6 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, $\Delta S^0 = 95 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ + 混合のエントロピーと仮定し、図中に記した ΔH^0 を仮定した.

一方、図4では ΔH^0 を一定として A_0 の影響が示されている。 A_0 が大きいほどピーク面積が大きいのは当然だが、 ΔH^0 が一定であるにもかかわらず、 A_0 が大きいほどピークが高温に現れている。これは、(10)式に示されたように、ピーク温度に対して A_0 が影響するためである。表現を変えると、 A_0 が大きいほど系内のアンモニアの量が多いので、いったん脱離したアンモニアの再吸着が起きやすく、再吸着によってピークが高温にシフトしたことを示している。このシフトは無視できる大きさではなく、この条件では A_0 が0.1から1 mol kg⁻¹まで増加すると100 Kほどシフトしている。このシフトの程度は図3において ΔH^0 が20 kJ mol⁻¹増した場合と同等である。 A_0 の影響を考慮せず、単にピーク温度だけから酸強度を評価した場合、これらの酸量と酸強度の違いを混同してしまうことになる。

実際の研究でアンモニアTPDが用いられる場合、例えばある種のゼオライトの結晶構造を保ったままAl量をしだいに増やしたり減らしたりしたとき、酸強度が変化するかどうかを議論することが多い。原則として A_0 はAl原子数と同じであるから、 A_0 もまた増減する。このようなとき、 A_0 によるピーク温度のシフトを酸強度の変化と混同すると、完全に間違った結論を得てしまうことになる。

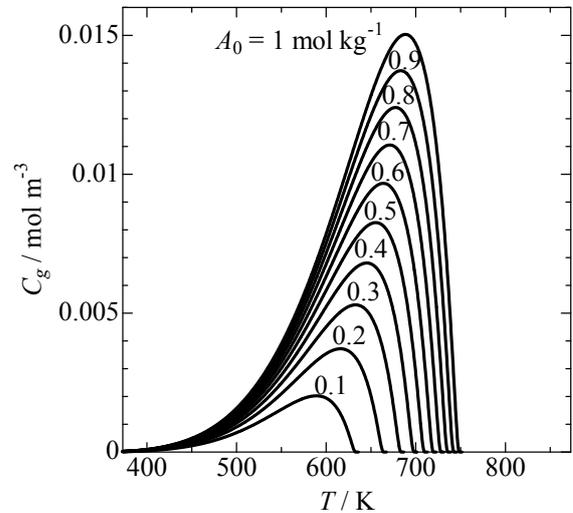


図4 ΔH^0 を一定とし、 A_0 を等間隔で変化させたときの(5)、(6)式による C_g の計算値. $\Delta H^0 = 140 \text{ kJ mol}^{-1}$ と仮定し、図中に記した A_0 を仮定した. 他の条件は図3と同じとした.

6. カーブフィッティング法[6]

さて、シミュレーションによって得られた図3や図4のスペクトルの形状は、図1のような典型的なゼオライト上で実測されるスペクトルによく似ている。

そこで、試行錯誤で A_0 と ΔH^0 を変化させてスペクトルを描く。スペクトルが実測値とフィットするとき、仮定した A_0 と ΔH^0 が固体の酸量と酸強度(アンモニア吸着熱)を示すはずである。このようにして A_0 と ΔH^0 を求める方法をカーブフィッティング法と呼んでいる。

多点法および一点法で得られる酸強度はピーク温度という1つの情報から得られる代表値である。固体の酸強度には分布があるかも知れない。カーブフィッティング法では、以下に述べるようにピークの形を利用して酸強度の分布を求めることができる。

図1のスペクトル実測値を図5の太線として再掲する。ピーク面積から $A_0 = 1.25 \text{ mol kg}^{-1}$ であることはわかっている。(5)、(6)式にこの A_0 および測定条件を代入してスペクトルをシミュレートし、実測値とフィットするスペクトルを与える ΔH^0 を探索する。 $\Delta H^0 = 148 \text{ kJ mol}^{-1}$ のとき図5の細線が得られ、脱離温度がほぼ等しい。このことは、測定された ΔH^0 の平均値が148 kJ mol⁻¹に近いことを示している。実際にこのスペクトルか

らは一点法でほぼ同じ値が得られる。

しかし、図 5 の実測値のピーク幅は計算値より少し広い。計算では ΔH° を単一の値と仮定しているが、現実には ΔH° に若干の分布があるためと考えられる。そこで、少し異なる ΔH° を持つ複数の種類の酸点を仮定し、これらからの脱離ピーク合計を描くことにする。ただし、複数のピークを合計する際、 A_0 のピーク温度への影響をつぎのように考慮する必要がある。

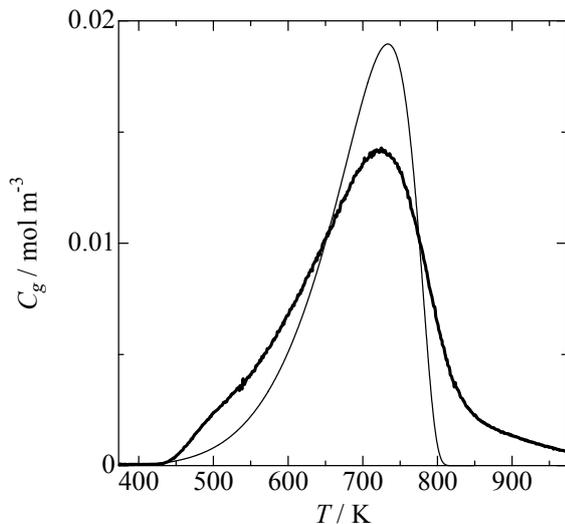


図 5 図 1 の TPD スペクトル実測値(太線)と、 $A_0 = 1.25 \text{ mol kg}^{-1}$, $\Delta H^\circ = 148 \text{ kJ mol}^{-1}$ を仮定したシミュレーション(細線)。

まず、影響を考慮しないとどうなるかを示す。図 5 のシミュレーション(細線)を図 6 の A として再掲する。A では全ての酸点が 148 kJ mol^{-1} の ΔH° を持つと仮定したが、仮定を変え、酸点のうち 1/2 が 148 kJ mol^{-1} の ΔH° , 1/4 が 10 kJ mol^{-1} 低い ΔH° , 1/4 が 10 kJ mol^{-1} 高い ΔH° を持つとする。つまり、酸強度の平均値は同じであるが、酸強度に分布があると仮定する。そこで、 $A_0 = 0.3125 \text{ mol kg}^{-1}$, $\Delta H^\circ = 138 \text{ kJ mol}^{-1}$ (B), $A_0 = 0.625 \text{ mol kg}^{-1}$, $\Delta H^\circ = 148 \text{ kJ mol}^{-1}$ (C), $A_0 = 0.3125 \text{ mol kg}^{-1}$, $\Delta H^\circ = 158 \text{ kJ mol}^{-1}$ (D) の 3 つのスペクトル成分を算出し、図 6 に示す。注目すべきことは、C のスペクトルは A と同じ酸強度を持つにもかかわらず、酸量が小さいのでやや低温にピークを持つことである(図 4 に示したとおり、 ΔH° は一定であっても A_0 が小さいほどピーク温度は低い)。B~D の 3 成分を合計した E では、A よりピークの幅が広く、酸強度に分布を持たせたことが反映されている。そ

れは想定したとおりだが、A と比べて低温側のみに幅が広がっており、ピーク頂点温度も E の方が A より低い。酸強度の平均値は同じはずなので、これは合理的でない。

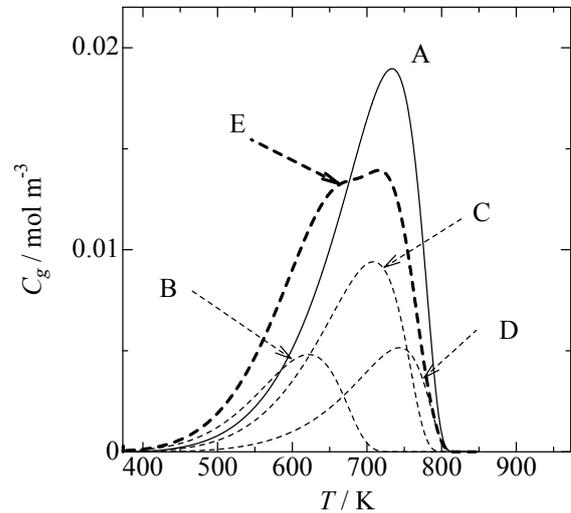


図 6 $A_0 = 1.25 \text{ mol kg}^{-1}$, $\Delta H^\circ = 148 \text{ kJ mol}^{-1}$ (A), $A_0 = 0.3125 \text{ mol kg}^{-1}$, $\Delta H^\circ = 138 \text{ kJ mol}^{-1}$ (B), $A_0 = 0.625 \text{ mol kg}^{-1}$, $\Delta H^\circ = 148 \text{ kJ mol}^{-1}$ (C), $A_0 = 0.3125 \text{ mol kg}^{-1}$, $\Delta H^\circ = 158 \text{ kJ mol}^{-1}$ (D) を仮定したシミュレーションおよび、B, C, D の合計(E)。 ΔS° のうち混合エントロピーは図 1 の実測値の気相組成から求めた。他の条件は図 3 と同じである。

このようなことが起きるのは、(10)式が示すように ΔH° が一定のとき A_0 が小さいほどピーク温度が低くなるためである。酸点の種類を分割してそれぞれについて小さな A_0 を仮定すると、ピークは低温に描かれることになる。酸点の種類を細かく分け、 A_0 を小さくするほどピークは低温に移動する。したがって、同じ脱離温度をシミュレートするためには高い ΔH° を仮定することが必要になってしまう。ピークの幅が広いほど酸強度が強くと算出されることになり、合理的でない。

また、これを異なる表現で説明すると、例えば B のスペクトルを計算する際には同じ種類の酸点から脱離したアンモニアの再吸着しか考慮されず、系内に共存する C や D を示す酸点からのアンモニアの再吸着が無視されているからである。このように異なる種類の酸点からの再吸着を無視すれば、再吸着の影響が過小評価され、ピークは低温に描かれる。

これを解決するためには全ての平衡を解析すべきであるが、極めて複雑になるのでつぎのよう

に近似する. A_0 を変えずに ΔH° の異なる酸点を仮定して複数のピークを描き, これらにその酸点の存在比を乗じてスペクトルを合成する. ここに挙げた例では, B, C, D の代わりにそれぞれ $A_0 = 1.25 \text{ mol kg}^{-1}$, $\Delta H^\circ = 138 \text{ kJ mol}^{-1}$ (F), $A_0 = 1.25 \text{ mol kg}^{-1}$, $\Delta H^\circ = 148 \text{ kJ mol}^{-1}$ (G), $A_0 = 1.25 \text{ mol kg}^{-1}$, $\Delta H^\circ = 158 \text{ kJ mol}^{-1}$ (H) の 3 つのスペクトル成分を算出し, $F/4 + G/2 + H/4$ を全体のスペクトルとして得る. これらの曲線を図 7 に示す. このようにして得られたスペクトル L は, ピークの温度がほぼ A と同じで, ピークの幅が広い. このようにして, 酸量と平均酸強度が同じで酸強度に分布があることを表現できる.

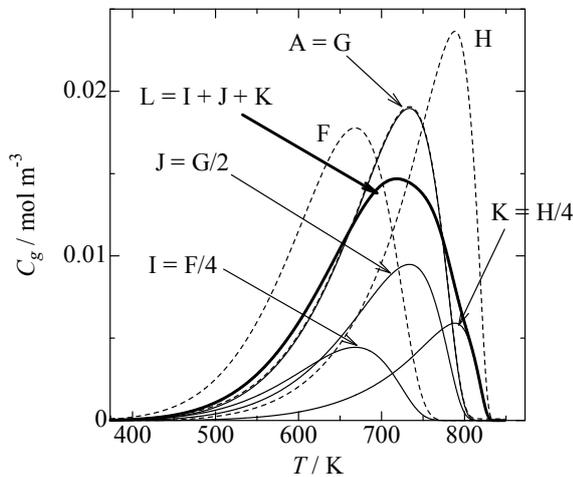


図 7 $A_0 = 1.25 \text{ mol kg}^{-1}$, $\Delta H^\circ = 148 \text{ kJ mol}^{-1}$ (A), $A_0 = 1.25 \text{ mol kg}^{-1}$, $\Delta H^\circ = 138 \text{ kJ mol}^{-1}$ (F), $A_0 = 1.25 \text{ mol kg}^{-1}$, $\Delta H^\circ = 148 \text{ kJ mol}^{-1}$ (G, Aと同じ), $A_0 = 1.25 \text{ mol kg}^{-1}$, $\Delta H^\circ = 158 \text{ kJ mol}^{-1}$ (H)を仮定したシミュレーションおよび, $F/4$ (I), $G/2$ (J), $H/4$ (K), I, J, Kの合計(L). 他のパラメータは図 6と同じである.

つぎに, 酸強度の分布を仮定する. 他に情報がないので, ここでは ΔH° がガウス関数にしたがって分布を持つと仮定する(ただしこの仮定には物理的意味はない). すると, 仮定すべき変数は ΔH° の平均値と標準偏差の 2 つである. また, 滑らかな分布を持つ多数の構成要素を仮定すると計算時間が長くなるので, ΔH° の分布を 7 領域に分け, 異なる ΔH° を持つ 7 種類の酸点を表 1 のように仮定する. これらの酸点からの脱離スペクトルを図 7 と同じ原理で合計する. 実測値とよくフィットするスペクトルを与える A_0 , ΔH°_{avg} , σ が測定した試料の酸量, 平均酸強度, 酸強度分布をそれぞれ示す.

この方法で, 1 回の測定から酸量, 酸強度, その分布を求めることができる. 図 1 のスペクトルに適用した例を図 8 に示す. 固体酸触媒の重要な一群であるゼオライトでは, 多くの試料でアンモニア吸着熱に数 kJ mol^{-1} の分布を仮定するとこのような良いフィッティングが得られる.

表 1 ΔH° の平均値が ΔH°_{avg} で標準偏差が σ のガウス分布を仮定したときの, 7 種類の酸点の量(全酸量に対する割合 f) と強度 (ΔH°)

f	ΔH°
0.0059	$\Delta H^\circ_{avg} - 3\sigma$
0.060	$\Delta H^\circ_{avg} - 2\sigma$
0.24	$\Delta H^\circ_{avg} - \sigma$
0.38	ΔH°_{avg}
0.24	$\Delta H^\circ_{avg} + \sigma$
0.060	$\Delta H^\circ_{avg} + 2\sigma$
0.0059	$\Delta H^\circ_{avg} + 3\sigma$

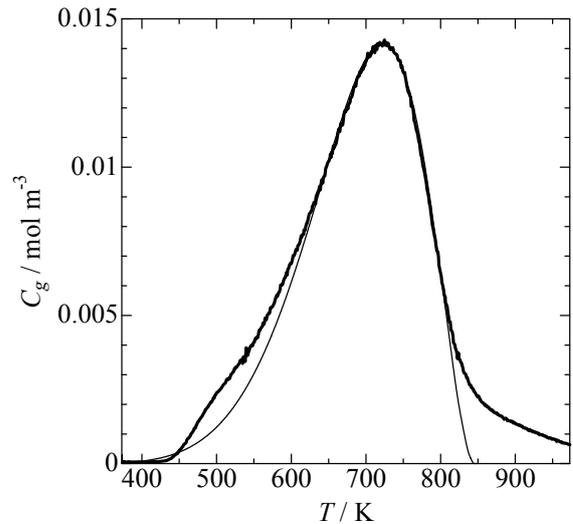


図 8 図 1 のアンモニア TPD スペクトル実測値(太線)と, カーブフィッティング法による最適シミュレーション(細線)の比較. $A_0 = 1.25 \text{ mol kg}^{-1}$, $\Delta H^\circ_{avg} = 148 \text{ kJ mol}^{-1}$, $\sigma = 8 \text{ kJ mol}^{-1}$ と仮定した. その他のパラメータは図 3 と同じ.

7. ソルバーによるカーブフィッティング法[7]

カーブフィッティング法では酸強度の分布をある程度求めることができるが, 実測されたスペクトルが単一の酸強度を仮定したシミュレーションに似た形状であるとき, すなわち酸強度分布が狭い場合にしか適用できない. 非ゼオライトの多

くの固体酸が、図 9 (Observed) のように幅広い TPD スペクトルを示し、これは広い、あるいは複雑な酸強度分布を反映している。このような場合には、酸強度分布の仮定の方法に工夫が必要である。

そこでカーブフィッティング法を発展させ、90～250 kJ mol⁻¹まで 5 kJ mol⁻¹刻みの ΔH° を持つ 33 種の酸点を仮定し、これら 33 種の酸量を変化させて TPD スペクトルをシミュレートし、実測されたスペクトルと一致するように 33 種の酸量の組み合わせを選ぶ方法を考案した。ただし変数が多すぎて自由度が大きく、客観的に最適な組み合わせを選ぶことは手作業では困難である。そこで Microsoft Excel のソルバー機能を用いる方法を開発した。

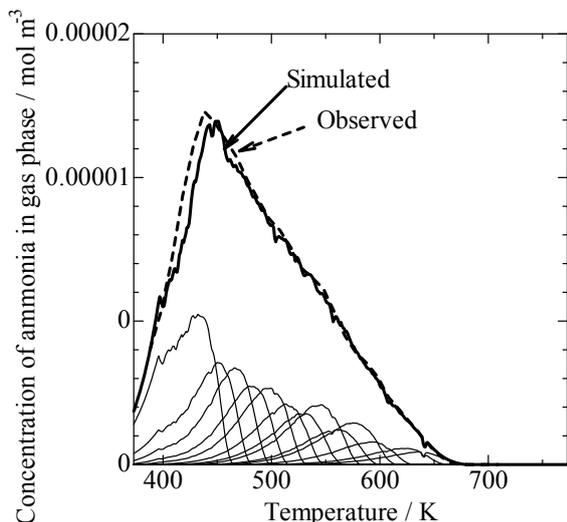


図 9 SO₄²⁻/ZrO₂ のブレンステッド酸のアンモニア TPD スペクトル(太破線)と、仮定した各種の酸点からのスペクトル成分のシミュレーション(細実線), その合計(太実線)の比較。β = 0.17 K s⁻¹, W = 8.6 × 10⁻⁶ kg, A₀ = 0.074 mol kg⁻¹, F = 6.8 × 10⁻⁵ m³ s⁻¹, ΔS° = 95 J K⁻¹ mol⁻¹ + 混合のエントロピーと仮定し、図 10 に示す分布を持つ ΔH° を仮定した。成分(細実線)は図 7 の I, J, K と同じ原理で算出した。

図 9 (Observed) のスペクトルに対して解析を行ったところ、図 10 のような ΔH° の分布が提案された。図 10 にはそれぞれの ΔH° を持つ酸点の存在頻度が、ΔH° による微分曲線の形式で表されている。この分布に基づいて TPD スペクトルをシミュレートしたところ、図 9 (Simulated) のようなスペクトルが得られ、実測値とほぼ一致した。したがってこの試料の ΔH° は図 10 のような分布

を持ち、ΔH° = 130 kJ mol⁻¹ 程度の酸点が多いが、これより強い酸点も存在し、ΔH° は 200 kJ mol⁻¹ 程度まで連続的に分布していると言える。このようにして、酸量と酸強度の分布を詳細に求めることができる。

この方法によって得られる TPD スペクトルのシミュレーションは十分に滑らかであるが(図 9)、酸強度分布は ΔH° にして 5 kJ mol⁻¹ 刻みの粗い曲線(図 10)として得られる。酸点の分割数を増やすと精密になるはずだが、Microsoft Excel の計算可能容量や速度からは酸点の種類をこれ以上増やすことは困難で、専用のソフトウェアの開発が必要である。

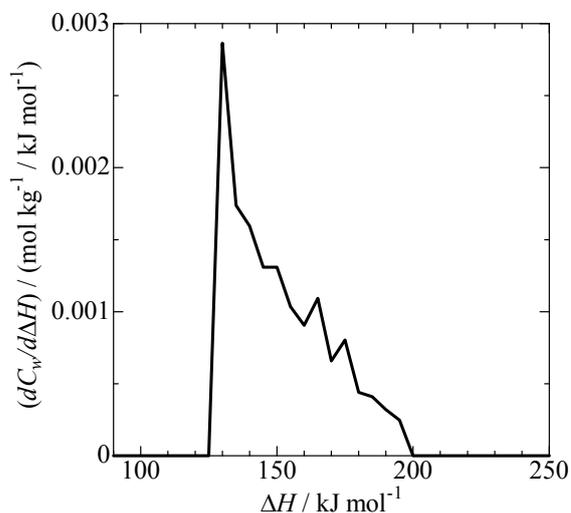


図 10 図 9 の TPD スペクトルから得られた酸強度分布。

8. 算出された吸着熱の評価と意義

以上のように、アンモニア TPD スペクトルを解析し、酸強度を示すアンモニア吸着熱 ΔH° を求める方法を開発した。多点法によると複数の測定から ΔH°、ΔS° (代表値) を求めることができる。一点法では 1 回の測定から ΔH° (代表値) を求めることができる。カーブフィッティング法では ΔH° の分布が狭い場合にその分布を求めることができる。ソルバーによるカーブフィッティング法では ΔH° の分布が広い場合にも分布を求めることができ、ΔH° の分布曲線が得られる。

いくつかの測定について、得られたアンモニア吸着熱を微小熱量計による直接測定値と比較したところ、おおむね一致した[6]。これはアンモニア TPD の実験・解析法両方の正確さを実証している。

また、得られたアンモニア吸着熱が酸強度の指標である OH 伸縮振動の波数と対応していること [8] も、本手法の妥当性を支持している。

アンモニア吸着熱は物理化学的に定義の明確なパラメータなので、従来の酸強度の尺度である H_0 指数に変換もできる [9]。また、アルカン分解などの触媒反応の速度や、さらに精密には活性化エネルギーとよく対応しており、触媒作用を合理的に説明でき、高い活性を持つ触媒の設計指針を与えている [8, 10]。また、本解析方法は固体酸上のアンモニア TPD に限らず平衡支配の TPD に広く適用でき、Na ゼオライト上のトルエンの吸着性質の解析にも応用される [11] など、波及効果も大きい。

さらに、固体酸触媒の重要な一群であるゼオライトにおいては、測定されたアンモニア吸着熱が密度汎関数理論 (density functional theory, DFT) による計算値とよく一致する [10, 12-15]。このことは解析法の妥当性を示しているのみならず、実験と理論を一体として研究することによって、固体酸の原理を解明する基礎的な知見をもたらしている。例を挙げると、Y 型ゼオライトの細孔に突き出した酸点の裏側 (壁の中) に Ca^{2+} など多価カチオンを配置すると電子が吸引され、酸点が強められること [14]、このような他種のカチオンの影響のない場合には、結晶構造に由来する構造的なひずみによって酸強度が決まること [16] など、固体酸性質がどのように決まっているのかに関する重要な発見がなされている。

参考文献

- [1] Niwa, M., Suzuki, K., Katada, N., Kanougi, T., and Atoguchi, T. : Ammonia IRMS-TPD study on the distribution of acid sites in mordenite, *J. Phys. Chem., B*, 109, pp. 18749-18757, 2005.
- [2] Niwa, M., Katada, N., Sawa M., and Murakami, Y. : Temperature-Programmed Desorption of Ammonia with Readsorption Based on the Derived Theoretical Equation, *J. Phys. Chem.*, 99, pp. 8812-8816, 1995.
- [3] Naito, N., Katada, N., and Niwa, M. : Tungsten Oxide Monolayer Loaded on Zirconia: Determination of Acidity Generated on the Monolayer, *J. Phys. Chem., B*, 103, pp. 7206-7213, 1999.
- [4] 片田直伸, 丹羽 幹 : 固体酸性質測定における最近の進歩, *触媒*, 48, pp. 9-14, 2006.
- [5] 大門 寛, 堂免一成訳 : バーロー物理化学第6版(上), p. 222, 東京化学同人, 1999.
- [6] Katada, N., Igi, H., Kim, J.-H., and Niwa, M. : Determination of the Acidic Properties of Zeolite by Theoretical Analysis of Temperature-Programmed Desorption of Ammonia Based on Adsorption Equilibrium, *J. Phys. Chem., B*, 101, pp. 5969-5977, 1997.
- [7] Katada, N., Tsubaki, T., and Niwa, M. : Measurements of Number and Strength Distribution of Brønsted and Lewis Acid Sites on Sulfated Zirconia by Ammonia IRMS-TPD Method, *Appl. Catal., A: Gen.*, 340, pp. 76-86, 2008.
- [8] Suzuki, K., Noda, T., Katada, N., and Niwa, M. : IRMS-TPD of ammonia: Direct and Individual Measurement of Brønsted Acidity in Zeolites and its Relationship with the Catalytic Cracking Activity, *J. Catal.*, 250, pp. 151-160, 2007.
- [9] Katada, N., Endo, J., Notsu, K., Yasunobu, N., Naito, N., and Niwa, M. : Superacidity and Catalytic Activity of Sulfated Zirconia, *J. Phys. Chem., B*, 104, pp. 10321-10328, 2000.
- [10] Noda, T., Suzuki, K., Katada, N., and Niwa, M. : Combined Study of IRMS-TPD Measurement and DFT Calculation on Brønsted Acidity and Catalytic Cracking Activity of Cation Exchanged Y Zeolites, *J. Catal.*, 259, pp. 203-210, 2008.
- [11] Yoshimoto, R., Hara, K., Okumura, K., Katada, N., and Niwa, M. : Analysis of Toluene Adsorption on Na-form Zeolite Using Temperature-Programmed Desorption Method, *J. Phys. Chem., C*, 111, pp. 1474-1479, 2007.
- [12] Suzuki, K., Sastre, G., Katada, N., and Niwa, M. : Quantitative Measurements of Brønsted Acidity of Zeolites by Ammonia IRMS-TPD Method and Density Functional Calculation, *Chem. Lett.*, 36, pp. 1034-1035, 2007.
- [13] Suzuki, K., Sastre, G., Katada, N., and Niwa, M. : Ammonia IRMS-TPD Measurements and DFT Calculation on Acidic Hydroxyl Groups in CHA-type Zeolite, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 9, pp. 5980-5987, 2007.
- [14] Suzuki, K., Noda, T., Sastre, G., Katada, N., and Niwa, M. : Periodic Density Functional Calculation on Brønsted Acidity of Modified Y-type Zeolite, *J. Phys. Chem., C*, 113, pp. 5672-5680, 2009.
- [15] Suzuki, K., Sastre, G., Katada, N., and Niwa, M. : Periodic DFT Calculation of the Energy of Ammonia Adsorption on Zeolite Brønsted Acid Sites to Support the Ammonia IRMS-TPD Experiment, *Chem. Lett.*, 38, pp. 354-355, 2009.
- [16] Katada, N., Suzuki, K., Noda, T., Sastre, G., and Niwa, M. : Correlation between Brønsted Acid Strength and Local Structure in Zeolites, *J. Phys. Chem., C*, doi: 10.1021/jp903788n.

(受理 平成 21 年 10 月 28 日)

業績リスト

—2009—

機 械 工 学 講 座	33
応 用 数 理 工 学 講 座	37
知 能 情 報 工 学 講 座	39
電 気 電 子 工 学 講 座	43
応 用 化 学 講 座	50
生 物 応 用 工 学 講 座	54
土 木 工 学 講 座	56
社 会 経 営 工 学 講 座	60

機械工学講座

Vバンドクランプ衝撃源直近の簡易応答解析法

岩佐貴史, 施勤忠^{*1} (*1宇宙航空研究開発機構)
日本機械学会論文集(C編), 第74巻, 738号,
pp.309-317, 2008年2月

円錐状突起を有するニッケル-リン合金薄膜を用いた高圧力計測法

小野勇一, 北岡征一郎, 松嶋剛志
日本機械学会論文集(A編), 第74巻, 747号,
pp.1447-1452, 2008年11月.

ひずみの主軸が変動する要素への銅めっき応力測定法の適用(回転曲げに静的ねじり負荷が重畳した場合)

小野勇一, 李成, 北岡征一郎
日本機械学会論文集(A編), 第74巻, 748号,
pp.1550-1556, 2008年12月.

電着銅薄膜に発生する成長粒子を利用した繰返し圧力計測法(真実接触面を制御した圧力感度の向上)

小野勇一, 北岡征一郎, 松嶋剛志
日本実験力学会論文集, 第8巻, 4号, pp.416-421,
2008年12月.

Simplified Analysis Model for Predicting Pyroshock Responses on Composite Panel

Iwasa, T., Shi, Q.
Journal of Space Engineering, JSME, Vol.1, No.1,
pp.79-90, Dec. 2008.

Simplified Estimating Method for Shock Response Spectrum Envelope of V-Band Clamp Separation Shock

Iwasa, T., Shi, Q.
Journal of Space Engineering, JSME, Vol.1, No.1,
pp.46-57, Apr. 2008.

Frequency Response Analysis for Pyroshock Response of Composite Panel on Satellite Systems

Iwasa, T., Shi, Q.
GEST International Transaction, Computer and Its Application, CSE208-125-C1060, Vol.45, No.2,
pp.150-160, Feb. 2008.

Two-dimensional Unsteady Stresses Caused by Transfer of Heat and Moisture in a Multilayer Plate with Repeated FGM Layers – Application of IDO Numerical Scheme –

Obata, Y.
Proc. Asian Conference on Mechanics of Functional Materials and Structures, pp. 125-128, Oct. 2008.

Quantitative Evaluation of Tactile Warmth of Woods and Other Materials from Viewpoint of Human-factors engineering

Obata, Y.
Proc. Joint Symposium on Mechanical and Materials Engineering between Tottori University & Northern University, pp.7-14, Nov. 2008.

Application of Copper Electroplating Method to an Element that Changes the Principal Axis of Strain

Ono, Y., Cheng, L.
Proc. 3rd International Symposium on Advanced Fluid/Solid Science and Technology in Experimental Mechanics, CD-ROM paper, No.S2-3-16, 2007.

大学院材料力学入試問題集 主要 19 大学機械工学系大学院 材料力学入学試験問題集 過去 3 年間の問題とその解答集

小畑良洋(分担)
大学院材料力学入試問題検討委員会(畑俊明他 13名), NPO 法人固体の力学研究会, CD-ROM, ねじり問題担当, 2008年6月.

Interfacial Reaction Behavior and Thermal Stability of Barium Zirconate Coated Alumina Fiber/Alumina Matrix Composites

Chen, Z., Tamachi, T., Kulkarni, R., Chawla, K.K., Koopman, M.
J. Euro. Ceram. Soc., Vol.28, No.6, pp.1149-1160,
Mar. 2008.

Microstructural Evolution of Reactive-Sintered Aluminum Matrix Composites

Chen, Z., Takeda, T., Ikeda, K.
Comp. Sci. Technol., Vol.68, No.10-11, pp.2245-2253,
Aug. 2008.

Processing and Thermoelectric Properties of Zn₄Sb₃ Compound by Powder Extrusion Technique

Chen, Z., Tsujimura, J., Fujita, F.

Proc. of 2008 World Cong. on Powder Metall. & Particul. Mater., pp.229-237, June 2008.

Effect of Nickel Particle Size on Microstructure and Properties of Zirconia-Nickel Composites

Chen, Z., Andoh, K., Kikuchi, S., Takeda, T., Fujita, F.
Proc. of 3rd Inter. Conf. on Process. Mater. for Proper., CD-ROM, Dec. 2008.

Fabrication of Ce³⁺ Stabilized Tetragonal Zirconia and Mechanical Property

Senoo, M., Egawa, M., Akao, T., Hayakawa, M.
Proc. of Joint Symposium on Mechanical and Materials Engineering between Northeastern University and Tottori University (JSMME08), pp. 130-134, Nov. 2008.

Mg 合金の温間圧縮における加工軟化に及ぼす初期集合組織の影響

小島秀伸, 陳中春, 西村圭央, 池田圭介
塑性と加工, 第 49 巻, 564 号, pp.61-65, 2008 年 1 月

引張試験の不均一伸び域における応力-ひずみ曲線の推定

長谷川健一, 陳中春, 西村圭央, 池田圭介
塑性と加工, 第 49 巻, 565 号, pp.143-147, 2008 年 2 月

反応焼結による新規セラミック基複合材料の創製

陳中春
財団法人池谷科学技術振興財団年報, 第 19 巻, pp.140-141, 2008 年 12 月

超音波による多孔質すべり軸受の油膜厚さ測定 (油膜厚さ測定の基礎実験)

矢壁正樹*, 大塚 茂*, 宮近幸逸, 小出隆夫 (*米子高専)
日本設計工学会誌, 第43巻, 第7号, pp.370-375, 2008年7月.

Load Bearing Capacity of Surface-Rolled Sintered Metal Gears

Koide, T., Ishizuka, I., Takemasu, T. ^{*1}, Miyachika, K., Oda, S. ^{*2} (^{*1}Tokyo University of Science, Suwa, ^{*2}Fukuyama Univ.)

International J. of Automation Technology, Vol.2,

No.5, pp.334~340, Sep. 2008.

Bending Fatigue Strength of Case-Carburized Spur Gears with Boss

Imaduddin, H. W. N., Ando, K., Miyachika, K., Koide, T., Namba, C.
Proceedings of JSMME 2008, pp.23-29, Nov. 2008.

Effects of Rolling on Load Bearing Capacity of Sintered metal Gears

Ishizuka, I., Koide, T., Miyachika, K., Takemasu, T.
Proceedings of JSMME 2008, pp.141-146, Nov. 2008.

Bending Fatigue Strength of Induction Hardened Thin-Rimmed Spur Gears with Web Arrangement

Mu, M., Nishimura, S., Miyachika, K., Koide, T.
Proceedings of JSMME 2008, pp.157-164, Nov. 2008.

歯車の高周波焼入れ過程の温度・応力, 焼入れによる残留応力・硬化層

宮近幸逸, 片沼秀明
電興技報, No.42, pp.1~8, 2008 年.

円筒面のボールエンドミル加工に関する研究 (加工誤差に及ぼす工具送り方向の影響)

田中久隆, 陸 琳, 佐藤昌彦, Bernard W. IKUA*
(*ジョモケニヤッタ農工大学)
日本機械学会論文集 (C 編), 第 74 巻, 744 号, pp.2072-2078, 2008 年 8 月

瞬時電力の測定および評価に関する一考察

桑原 修^{*1}, 山下弘之^{*2}, 菊田敬一^{*2}, 小幡文雄, 上原一剛, 藤本正樹^{*3}, 藤元陽一^{*3}, 寶山靖浩^{*4}, 後藤寛貴^{*5}, 喜多秀紀^{*6}, 金築利旺^{*7} (^{*1}広島市工業技術センター, ^{*2}広島県立総合技術研究所, ^{*3}ヨシワ工業, ^{*4}リョービ, ^{*5}三菱重工業, ^{*6}喜多設計研究所, ^{*7}あじかん)
品質工学, 第 16 巻, 2 号, pp.72-79, 2008 年 4 月

溶鋼二次精錬用脱ガス装置におけるガス吹込み方法の最適化

上原一剛, 小幡文雄
品質工学, 第 16 巻, 6 号, pp.79-86, 2008 年 12 月

固定音源・移動音源からの空間伝搬騒音を低減す

る単チャンネル制御装置を組み合わせた能動騒音制御手法

大西慶三*, 金森直希, 西村正治 (*三菱重工)
日本音響学会誌, 64-3, pp.131-141, 2008

**制振工学ハンドブック 第5編:利用技術 2.7.7
ゴミ焼却場, し尿処理場, 浄水場**

西村正治 (分筆)
制振工学ハンドブック編集委員会編, コロナ社,
pp.1072-1075, 2008

**Reduction of Sound Reflection Coefficient at Open
Duct End by Using Porous Side Wall**

Nishimura, M., Ikeda, K.* (*Mitsubishi Heavy
Industries, Ltd.)
Journal of Environment and Engineering, 3-2,
pp.351-362, 2008

**Study on Reducing Aerodynamic Random Noise
from Cavity**

Nishimura, M., Goto, T., Kimura, A.
Proc. of 14th AIAA/CEAS Aeroacoustic Conference,
CD-ROM, AIAA 2008-2847, 2008

Basic Study on Active Acoustic Shielding

Nishimura, M., Ohnishi, K., Kanamori, N., Ito, K.
Proc. of Internoise 2008, CD-ROM, 2008

**形状から表面性状へ 柔毛材による空力発生音の
低減手法**

西村正治
機械設計, 52-1, pp59-64, 2008

アクティブノイズコントロール

西村正治
環境管理, 44-3, pp226-232, 2008

**Robust Control Performance Comparison on
Water Hydraulic Servo Motor System**

Ito, K., Ikeo, S.*, Takahashi, H.*, Kanamori, N.
(*Sophia University)
Fluid Power and Motion Control FPMC2008,
pp.149-162, ISBN:9-780861-971503

**State feedback stabilization of cascaded nonlinear
systems with discontinuous connection**

Hirano, M.*, Shen, T.*, Ito, K., Tamura, K.*
(*Sophia University)

Journal of Control Theory and Applications, Vol.6,
No.1, pp.45-52, 2008

**Introduction to the Benchmark Challenge on SICE
Engine Start Control Problem**

Ohata, A.*¹, Kako, J.*¹, Shen, T.*², Ito, K.
(*¹Toyota Motor Corp, *²Sophia University)
Proc. of 17th IFAC World Congress, pp.1048-1053

**Water Hydraulic System for High Speed Cylinder
Drive**

Ikeo, S.*, Nakashima, H.*, Ito, K.
(*Sophia University)
Proc. of 7th JFPS International Symposium on Fluid
Power, pp.95-100

**Control Performance Comparisons on Water
Hydraulic Servo Motor System**

Ito, K.
中国機械学会流体伝動及び制御部門招待講演
CD-ROM

**水圧サーボモータシステムのロバスト制御に関する
研究**

伊藤和寿, 池尾 茂*
(*上智大学)
日本フルードパワーシステム学会誌緑陰特集号,
Vol.39, No.E1, 2008

**Influence of Eccentricity of Needle Valve on
Cavitating Flow inside Nozzle Hole of VCO Diesel
Injector and Primary Atomization**

Oda, T., Kanaike, S.*¹, Aoki, K.*², Goda, Y., Ohsawa,
K. (*¹Mitsubishi Motors Corporation, *²West Japan
Railway Company)
Proceedings of The 12th Annual Conference of
ILASS-Asia and The 17th Symposium (ILASS-Japan)
on Atomization, pp.21-26, Dec. 2008.

**Numerical Study on Honeycomb Type Methanol
Steam Reformer**

Yamamoto, S., Nagano, S., Asano, T., Ohsawa, K.
Journal of Environment and Engineering, Vol.3, No. 2
pp.397-409, 2008.

**Flow and Combustion in Reciprocating Engines,
Chapter 7 Advanced Diesel Combustion**

Ohsawa, K., Kamimoto, T.

Springer, 2008.

Forebody Vortex Control On High Performance Aircraft Using PWM-Controlled Plasma Actuators

Matsuno, T., Kawazoe, H., Nelson, R. C., Corke, T. C.
Proc. Int. Cong. Aero. Sci., ICAS 2008-3.3.4, 2008.

Active Control of Separation Shock Wave on a Compression Ramp Using Plasma Actuators

Matsuno, T., Arahori, H., Kawazoe, H.
Proc. Int. Conf. Fluid Dynamics, NO. OS5-7, 2008.

Optimal and Robust Design of Plasma Actuator for the Control of a Cylinder Wake

Matsuno, T., Ota, K., Kanatani, T., Kawazoe, H.
Proc. KSAS-JSASS Int. Symp. Aerospace Eng., pp. 115-119, 2008.

New Measurement Method for Aerodynamic Force by a Single Video Camera

Nakanishi, T., Matsuno, T., Iwata, H., Kawazoe, H.
Proc. 26th Int. Symp. Space Tech. Sci., No.2008-e-10, pp.1-6, 2008.

衝撃波干渉型ウェーブライダーの超音速特性

川添博光, 松野 隆
平成 19 年度高速気流総合実験設備研究成果論文
集, pp. 74-77, 2008.

DaVinci プロジェクト

川添博光, 西村正治, 松野隆
日本航空宇宙学会誌, 第 56 巻, 第 653 号, pp. 157-260, 2008.

Contribution of Separation Vortex of a Sawtooth-Leading-Edge Delta Wing to the Aerodynamic Performances

Kawazoe, H., Iwata, H., Matsuno, T., Okano M.
Proc. Int. Conf. Jets, Wakes and Separated Flows, ICJWSF-2008, No.10-2, pp.1-9, 2008.

A Method of Motion Analysis of a Free-Flying Ball Using a Single Video Camera

Nakanishi, T., Matsuno, T., Iwata, H., Kawazoe, H.
Proc. JSMME 2008, pp.71-76, 2008.

Improvement of Wetting Characteristics of Copper

Surface by Surface Wave Plasma

Katsuda, T., Kawazoe, H., Iwata, H., Takeuchi, S.,
Takehisa, T.
Proc. JSMME 2008, pp.94-99, 2008.

サイレント超音速機に関する調査研究(その 2)

大林 茂, 川添博光, 松野 隆ほか 12 名
(社)日本航空宇宙学会
宇宙航空研究開発機構契約報告, JAXA-CR-08-002,
2008.

Low-speed Wake Analysis of Supersonic Biplane

Ozaki, S., Yonezawa, M., Kuratani, N., Ogawa, T.,
Obayashi, S., Matsuno, T., Kawazoe, H.
Proc. KSAS-JSASS Int. Symp. Aerospace Eng., pp. 22-25, 2008.

Unstructured-Mesh-Based Simulation for Subsonic and Supersonic Flow Control with a Plasma Actuator

Yamamoto, J., Shimoyama, K., Jeong, S., Obayashi,
S., Matsuno, T., Kawazoe, H.
Proc. KSAS-JSASS Int. Symp. Aerospace Eng., pp. 60-65, 2008.

応用数理工学講座

Continuum Theory of Memory Effect in Crack Patterns of Drying Pastes

Ooshida, T.

Phys. Rev. E, Vol.77, pp.061501, 2008.

Hexagons and Triangles in Rayleigh-Benard Problem - Quintic Order Equations on a Hexagonal Lattice

Fujimura, K., Yamada, S. * (*Nippon Ceramic Co. Ltd.)

Proc. R. Soc. A, Vol. 464, pp.2721-2739, 2008.

Evolution of an Elliptical Flow in Weakly Nonlinear Regime

Hattori, Y. ^{*1}, Fukumoto, Y. ^{*2}, Fujimura, K. (^{*1}Kyushu Inst. Tech, ^{*2}Kyushu Univ.)

Proc. IUTAM Symp. on Computational Physics and New Perspectives in Turbulence, Springer, pp.433-438, 2008.

Range of Validity of Weakly Nonlinear Theory in Rayleigh-Benard Convection

Generalis, S.C. *, Fujimura, K. (*Aston Univ.)

Proc. 5th Euro. Thermal-Sciences Conf. Natural Convection 2 (CD-ROM), p.81, 2008.

The Stability of Localized Pulse Trains with a Long Tail in the Generalized Kuramoto-Sivashinsky Equation

Ito, Y. *, Kato, Y., Fujimura, K. (*Dai Nippon Printing Co. Ltd.)

J. Phys. Soc. Jpn., Vol. 77, pp.064403, 2008.

The 1:2 Spatial Resonance on a Hexagonal Lattice in Two-Layered Rayleigh-Benard Problems

Fujimura, K.

Proc. R. Soc. A, Vol. 464, p.133-153, 2008.

Dynamic Analysis Schemes for Flying Head Sliders over Discrete Track Media

Fukui, S., Kanamaru, T., Matsuoka, H.

IEEE Trans. Mag., Vol. 44, Pt. 2, pp. 3671-3674, 2008.

MEMS 要素のナノトライボダイナミクス

福井茂寿, 松岡広成

月刊トライボロジー, 第22巻, 第2号 No. 246, pp. 12-15, 2008.

Three-Dimensional Deformation Analyses of the Ultra-Thin Liquid Film Surface (Linearized Analyses for the Steady State)

Fukui, S., Hitomi, K., Shimizu, S., Saeki, F., Matsuoka, H.

ASME Information Storage and Processing Systems Conf. (ISPS), Santa Clara, June 16-17, 2008.

A New Evaluation Method of Surface Energy of Ultra-thin Film

Matsuoka, H., Ono, K., Fukui, S.

ASME Information Storage and Processing Systems Conf. (ISPS), Santa Clara, June 16-17, 2008.

A New Contact Model for Head Disk Interface (HDI) with Ultra-Thin Liquid Film and Ultra-Small Spacing

Matsuoka, H., Kokumai, H., Fukui, S.

Digest of Intermag Europe, Madrid, 2008, HO-13.

Numerical Analysis of Oscillatory Couette Flow of a Rarefied Gas on the Basis of the Linearized Boltzmann Equation for a Hard Sphere Molecular Gas

Doi, T.

Fourth Vacuum and Surface Sciences Conference of Asia and Australia, Matsue, 2008, 31C05.

Flow of a Rarefied Gas in a Micro Channel Caused by Oscillatory Heating of a Wall

Doi, T.

Bulletin of the American Physical Society 53 (APS, 2008), p. 42.

「ヒット現象の数値モデル 映画興行を例とした計算と実測の比較」

石井晃、梅村早苗、林隆文、松田直也、新垣久史、中川健、吉田就彦 JWEIN 56 (2008) 93-101

「原子動力学の第一原理計算から考える化合物半導体のエピタキシャル成長」

石井晃 表面科学 29 (2008) 765-770

“DFT Study for the Anisotropic Epitaxial Growth

of A-Face ZnO(1120)”

Ishii,A., Oda,Y., Fujiwara,K., phys.stat.sol. (c)5, No.9(2008) 2726-2728

"DFT Calculation for Adatom Adsorption on Graphene Sheet as a Prototype of Carbon Nano Tube Functionalization"

Ishii,A., Yamamoto,M., Asano,H., Fujiwara,K. J.Phys.:Conf.Ser. 100 (2008) 052087(4pp)

Theory of Large-Scale Matrix Computation and Applications to Electronic Structure Calculation

Fujiwara,T., Hoshi,T., Yamamoto,S. J. Phys.: Condens. Matter 20, 294202, 7pp (2008)

Ultra-Large-Scale Electronic Structure Theory and Numerical Algorithm

Hoshi,T.
数理解析研究所講究録 1614, 計算科学の基盤技術としての高速アルゴリズムとその周辺, pp40-52, 京都大学数理解析研究所, 京都, 2008

III-Contact Effects of d-Orbital Channels in Nanometer-Scale Conductor,

Shinaoka,H., Hoshi,T., Fujiwara,T. J. Phys. Soc. Jpn. 77,114712, 7pp, (2008)

Shifted Conjugate-Orthogonal Conjugate Gradient Method and Its Application to Double Orbital Extended Hubbard Model,

Yamamoto,S., Sogabe,T., Hoshi,T., S.-L. Zhang., Fujiwara,T. J. Phys. Soc. Jpn. 77,114713, 8pp, (2008)

Large-Scale Electronic Structure Calculation Theory and Applications to Nanostructure Materials

Fujiwara,T., Hoshi,T. Appl. Surf. Sci. 254, 7781-7785 (2008)

On a Weighted Quasi-Residual Minimization Strategy of the QMR Method for Solving Complex Symmetric Shifted Linear Systems,

Sogabe,T., Hoshi,T., S.-L. Zhang., Fujiwara,T. Electron. Trans. Numer. Anal. 31, pp. 126-140 (2008)

Fluid-Dynamic Effects of Both Rigid and Free Boundaries on the Swimming of Singly Flagellated**Bacteria**

Goto, T., Nakai, T., Kikuda, M., Kuroda, Y. 22nd Int. Conf. Theoretical and Applied Mechanics (22nd ICTAM) (CD-ROM 2p.), Adelaide, Aug. 2008.

直線翼鉛直軸風車のステップ風に対する過渡応答について (一定回転数条件および一定トルク条件)

林 農, 康 仁勝, 原 豊, 河村哲也^{*1}, (^{*1}お茶の水女子大学)
日本機械学会論文集 (B 編), 74 巻, 738 号, pp.406-413, 2008 年 2 月

ダリウス風車の二重多流管モデルによる空力特性計算

原 豊, 林 農
Research on Turbulence, 西日本乱流研究会創立 25 周年記念特集号, pp.80-85, 2008 年 3 月

移動船舶によるオフショア風況観測法の基礎研究

林 農, 加藤 優, 田川公太朗, 原 豊
日本機械学会論文集 (B 編), 74 巻, 740 号, pp.841-849, 2008 年 4 月

Spin Wave Dispersion Based on the Quasiparticle Self-Consistent GW Method: NiO, MnO and Alpha-MnAs,

Kotani,T., M. van Schilfgaarde. J. Phys.: Condens. Matter 20, 295214, 9pp, (2008)

Many-Body Electronic Structure of Metallic Alpha-Uranium,

Athanasios N. Chantis., Robert C. Albers., M. D. Jones., Mark van Schilfgaarde., Kotani,T. Physical Review B, 78, No.8, 081101(R), 4pp (2008)

Strain-Induced Conduction Band Spin Splitting in GaAs from First Principles Calculations

Athanasio N. Chantis., Manuel Cardona., Niels E. Christensen., David L. Smith., M.van Schilfgaarde., Kotani,T., Axel Svane., Robert C. Albers. Physical Review B, 78, No.7, 075208, 7pp, (2008)

知能情報工学講座

Mobility of Legged Robot by Non-Contact Impedance Control

Takemori, F., Tomita, N., Kushida, D., Kitamura, A.
Proceedings of the 2008 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, pp.395-399, July. 2008

上下バス停を同一視する路線バスデータベースからの時刻表作成について

川村 尚生, 年岡 和徳, 菅原 一孔
情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 8, pp.2757-2761, 2008

Web Application to Generate Route Bus Timetables

Toshioka, K., Kawamura, T., Sugahara, K.
Proceedings of the Third International Conference on Internet and Web Applications and Services, pp.109-114, 2008

NAT Traversal for Pure P2P e-Learning System

Kuramochi, K., Kawamura, T., Sugahara, K.
Proceedings of the Third International Conference on Internet and Web Applications and Services, pp.358-363, 2008

Persistency for Java-based Mobile Agent Systems

Motomura, S., Kawamura, T., Sugahara, K.
Proceedings of the Third International Conference on Internet and Web Applications and Services, pp.470-475, 2008

NAT Traversal Method for Multi-Agent-based Meeting Scheduling System

Hamada, Y., Motomura, S., Kawamura, T., Sugahara, K.
Proceedings of the Third International Conference on Internet and Web Applications and Services, pp.223-226, 2008

ネットワークから制御可能な多機能コンセント

明山 寛史, 川村 尚生, 菅原 一孔, 齊藤 剛史, 小西 亮介
第 7 回情報科学技術フォーラム一般講演論文集, 第 1 分冊, pp.259-262, 2008

多機能コンセントを用いた待機電力の削減方式について

明山 寛史, 川村 尚生, 菅原 一孔, 齊藤 剛史, 小西 亮介
第 10 回 IEEE 広島支部学生シンポジウム CDROM 論文集, 2008

モバイルエージェントによる人物追跡システムの開発に関する研究

濱田 裕介, 岩崎 慎弥, 柿内 博人, 川村 尚生, 清水 忠昭, 菅原 一孔
第 10 回 IEEE 広島支部学生シンポジウム CDROM 論文集, 2008

コンセントの多機能化による待機電力の削減

明山 寛史, 川村 尚生, 菅原 一孔, 齊藤 剛史, 小西 亮介
電気・情報関連学会中国支部第 59 回連合大会講演論文集, p.224, 2008

モバイルエージェントによる人物追跡システムの実現について

柿内 博人, 濱田 裕介, 川村 尚生, 清水 忠昭, 菅原 一孔
電気・情報関連学会中国支部第 59 回連合大会講演論文集, p.485, 2008

モバイルエージェントによる人物追跡システムにおける人物の追跡方式について

濱田 裕介, 岩崎 慎弥, 柿内 博人, 川村 尚生, 清水 忠昭, 菅原 一孔
電気・情報関連学会中国支部第 59 回連合大会講演論文集, p.486, 2008

印刷用バス時刻表を生成する Web アプリケーションシステム

年岡 和徳, 川村 尚生, 菅原 一孔, 電気・情報関連学会中国支部第 59 回連合大会講演論文集, p.487, 2008

分散型 e-Learning システムにおける学習履歴の管理

倉持 一生, 平田 崇, 本村 真一, 川村 尚生, 菅原 一孔
電気・情報関連学会中国支部第 59 回連合大会講演論文集, p.283, 2008

A One-to-One Multi-Hop Routing Protocol for

Mobile Ad-Hoc Wireless Networks

Sasama,T., Masuyama,H.
CD ROM Proceedings of The Fifth IASTED Asian
Conference on Communication Systems and
Networks, Apr. 2008

A Broadcasting Algorithm using Adjustable Transmission Ranges in Mobile Ad Hoc Networks

Abe,Y., Sasama,T., Masuyama,H.
Proceedings of the 4th International Conference on
Web Information Systems and Technologies, May
2008

Evaluation of K-/Lattice-Clustering Algorithms for Random Wireless Multi-Hop Networks

Monde,R., Sasama,T., Masuyama,H.
Proceedings of the 4th International Conference on
Web Information Systems and Technologies, May
2008

Algorithms for Energy-Efficient Broad- and Multi-Casting in Wireless Networks

Sasama,T., Masuyama,H., Murakami,K.
Jorunal of Information Processing Vol.16, Jul. 2008

Hierarchical Diagnosis Using a Voting and Non-Voting Schemes for Identical-Units-Interconnection Systems

Sasama,T., Masuyama,H.
Proceeding of the IASTED International Conference
Circuits and Systems, Aug. 2008

A Location Management Method for Cellular Networks

Nishii,Y., Masuyama,H., Sasama,T.
Proceeding of the International Conference on
Software, Telecommunications and Computer
Networks, Sep. 2008

Non-Compositional Language Model and Pattern Dictionary Development for Japanese Compound and Complex Sentences

Ikehara,S., Tokuhisa,M., Murakami,J.
Proceedings of the 22nd International Conference on
Computational Linguistics (Coling2008), pp.353-360,
Aug. 2008

Statistical Machine Translation without Long**Parallel Sentences for Training Data**

Murakami,J., Tokuhisa,M., Ikehara,S.
Proceedings of International Workshop on Spoken
Language Translation 2008 (IWSLT 2008),
pp.132-137, Oct. 2008

Statistical Machine Translation with Long Phrase Table and without Long Parallel Sentences

Murakami,J., Tokuhisa,M., Ikehara,S.
Proceedings of NII Test Collection for IR Systems 07
Workshop Meeting (NTCIR-7), pp.454-461, Dec.
2008

Web 検索エンジンを用いた Why 型質問応答システムに関する研究

田村元秀, 村上仁一, 徳久雅人, 池原悟
情報処理学会研究報告, 自然言語処理,
2008-NL-183, pp.15-21, 2008年1月

結合価パターンを用いた日中機械翻訳システムの構築

楊鵬, 村上仁一, 徳久雅人, 池原悟
情報処理学会研究報告, 自然言語処理,
2008-NL-183, pp.121-126, 2008年1月

対話行為と情緒を解析するための文末表現パターンの作成

徳久雅人, 前田浩佑, 村上仁一, 池原悟
電子情報通信学会技術研究報告, 言語理解とコ
ミュニケーション, NLC2007-95, pp.45-50, 2008年
2月

情緒生起原因を表す結合価パターン辞書への判断条件の補強

吾郷裕昭, 徳久雅人, 村上仁一, 池原悟
電子情報通信学会 2008年総合大会講演論文集, 基
礎・境界, A-13-1, p.232, 2008年3月

情緒的な意味理解による省略解析への接近

徳久雅人, 村上仁一, 池原悟
電子情報通信学会 2008年総合大会講演論文集, 基
礎・境界, A-13-2, p.233, 2008年3月

統計翻訳における単文・重文複文の翻訳精度の評価

猪澤雅史, 村上仁一, 徳久雅人, 池原悟
言語処理学会第14回年次大会発表論文集,
pp.869-872, 2008年3月

Web 検索エンジンを用いた Why 型質問応答システム

田村元秀, 村上仁一, 徳久雅人, 池原悟
言語処理学会第 14 回年次大会発表論文集,
pp.1021-1024, 2008 年 3 月

テキスト対話コーパスからの発話対と情緒の分析

徳久雅人, 村上仁一, 池原悟
電子情報通信学会技術研究報告, 思考と言語,
TL2008-8, pp.41-46, 2008 年 5 月

統計翻訳における, 単文と重文複文の翻訳精度の評価

猪澤雅史, 村上仁一, 徳久雅人, 池原悟
情報処理学会研究報告, 自然言語処理,
2008-NL-188, pp.79-84, 2008 年 11 月

情緒推定の手がかりとなる接続表現の収集

中道龍三, 徳久雅人, 村上仁一, 池原悟
電子情報通信学会技術研究報告, 思考と言語,
TL2008-44, pp.1-6, 2008 年 12 月

情緒傾向値付きパターン辞書を用いた文末表現の分析

前田浩佑, 徳久雅人, 村上仁一, 池原悟
電子情報通信学会技術研究報告, 思考と言語,
TL2008-47, pp.19-24, 2008 年 12 月

木に基づくクラスタリングを利用した音節波形接続型音声合成法

植村 和久, 村上 仁一, 池原 悟,
日本音響学会 2008 年秋期研究発表会, 1-4-1,
pp.15, 2008 年 9 月

話者適応における学習データ内の音素数と認識精度の考察

松浦 祥悟, 村上 仁一, 池原 悟
電子情報通信学会技術研究報告, 音声,
SP2007-182, pp.87-92, 2008 年 1 月

Tree Based Clustering を利用した音節波形接続型音声合成法に関する検討

植村 和久, 村上 仁一, 池原 悟
電子情報通信学会技術研究報告, 音声,
SP2007-181, pp.81, 2008 年 1 月

波形接続型音声合成のフレーズへの適用

居村 太介, 村上 仁一, 池原 悟
言語処理学会第 14 回年次大会, pp.965-968, 2008
年 3 月

Dynamical Effect of Tick-Wise Price Predictions

Tanaka-Yamawaki, M., Awaji, K.
Lecture Notes on Artificial Intelligence, Vol. 5178,
pp.442-229, September, 2008

Trend Predictions of Tick-Wise Stock Prices by Means of Technical Indicators Selected by Genetic Algorithm

Tokuoka, S., Tanaka-Yamawaki, M.
Artificial Life and Robotics(Springer Japan), Vol.12,
No.1-2, pp.180-183, 2008

Effective Indices to Characterize Short Sequences of Human Random Generations

Mishima, M., Tanaka-Yamawaki, M.
Artificial Life and Robotics(Springer Japan), Vol.12,
No.1-2, pp.184-187, 2008

Human Random Generation and Its Applications

Tanaka-Yamawaki, M., Enomoto, R.
Proceedings of the 3rd International Conference on
Software and Data Technologies (ICSOF2008)
CD-ROM, July, 2008

SOM Classification of Tickwise Price Changes Labelled by Dynamical Indicators

Tanaka-Yamawaki, M., Tokuoka, S., Awaji, K.
Dynamic Days in Asia and Pacific 5, Nara,
Spetember, 2008

Effect of Dynamical Parameters in Price Prediction Using SOM Classifications

Tanaka-Yamawaki, M.
Winter WEHIA'08, Taiwan, (CD-ROM), December,
2008

テクニカル指標の動的選択と tick 価格予測

田中美栄子, 徳岡聖二
情報処理学会論文誌: 数理モデルと応用
(TOM20), Vol.49, (SIG-4), pp.88-91, 2008

逆テンキー (MPK) 方式の人間乱数

田中美栄子, 榎本良太
情報処理学会研究報告 (MPS67) (情報処理学会)

41号,pp.27-30, 2008年5月

**経済物理学における大容量デジタルデータの収集、
保管、操作、および管理について**

佐藤彰洋, 石川温, 増川純一, 田中美栄子

情報処理学会デジタルドキュメント研究会報告
(情報処理学会), 2008-DD-68, pp.1-8, 2008年9月

テクニカル指標の動的選択と tick 価格予測

田中美栄子, 徳岡聖二, 統計数理研究所共同研究
レポート 209「経済物理とその周辺(4)」, pp. 75-79,
2008年3月(統計数理研究所)

**Function Approximation Approach to the
Inference of Reduced NGnet Models of Genetic
Networks**

Kimura, S., Sonoda, K., Yamane, S., Maeda, H.,
Matsumura, K., Hatakeyama, M.

BMC Bioinformatics, Vol.9:23, 13 pages, Jan. 2008

**Density Estimation using Crossover Kernels and its
Application to a Real-coded Genetic Algorithm**

Kimura, S., Matsumura, K.

Proc. of the 2008 Congress on Evolutionary
Computation, pp.694-701, Jun. 2008

**Inference of Genetic Networks Using an
Evolutionary Algorithm**

Kimura, S.

Design by Evolution - Advances in Evolutionary
Designed. by Hingston, P.F., Barone L.C.,
Michalewicz, Z., Springer-Verlag, pp.31-51, 2008

電気電子工学講座

Full-View Car Navigator

Shigang, L., Fujiwara, K.
IEEE International Conference on Automation Science and Engineering (CASE), pp.744-749, August, 2008.

Lane Marking Detection by Side Fisheye Camera

Shigang, L., Shimomura, Y.
IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), pp.606-611, September, 2008.

Recovering Surrounding Environment Structure by Spherical Stereo

Shigang, L., Fukumori, K., Tekuramori, S.
Information, Vol. 10, No. 6, pp.853-864, 2008.

2D Pattern vs. Surrounding 3D Pattern for Fisheye Camera Calibration

Haijiang, Z., Takeshita, T., Shigang, L.
ICIC (Innovative Computing, Information and Control), Vol. 4, No. 6, pp.1499-1506, June 2008.

Wide-area Head Tracking for VR Environment from Spherical Images

Shigang, L., Ishizawa, F., Chiba, N.
Information, Vol. 11, No. 3, pp.483-493, July 2008.

Binocular Spherical Stereo

Shigang, L.
IEEE Transaction on Intelligent Transportation System, Vol.9 No.4, pp.289-600, 2008.

Threshold Equalization for On-Line Signature Verification

Nakanishi, I., Sakamoto, D., Itoh, Y., Fukui, Y.
IEICE Trans. Fundamentals, Vol.E91-A, No.8, pp.2244-2247, August 2008

Score Level Fusion in DWT Domain On-Line Signature Verification

Koike, S., Nakanishi, I., Itoh, Y.
Proc. of International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC2008), pp. 669-672, July 2008

Personal Authentication Using New Feature Vector of Brain Wave

Baba, S., Miyamoto, C., Nakanishi, I.
Proc. of International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC2008), pp.673-676, July 2008

Threshold Equalization Methods for On-Line Signature Verification

Koike, S., Nakanishi, I., Itoh, Y.
Proc. of the 11th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition (ICFHR2008), Aug. 2008

脳波を用いた個人認証に関する研究 ～新しい特徴ベクトルによる認証精度の検討～

馬場貞尚, 宮本千正, 中西功
電子情報通信学会第13回バイオメトリックシステムセキュリティ研究会資料, pp.25-30, 2008年6月

MDFT 対を用いた音声重畳雑音除去システム ～雑音減算係数の自動設定～

湊勇氣, 中西功
信学技報, SIP2008-68, pp. 1-6, 2008年7月

変形離散フーリエ変換対のハードウェア実現

早 惇一, 中西 功
DPSP 教育者会議講演論文集, pp.74-75, 2008年9月

脈波解析システムの解析結果を用いた総合脈波判定システムの構築

柿原俊幸, 能宗伸明, 徳高平蔵*¹, 藤村喜久郎, 李仕剛, 権田英功*², 大北正昭, 馬庭芳朗*³
(*¹(有) SOM ジャパン, *²米子高専, *³養父市立南谷診療所)
第9回自己組織化マップ研究会 2008 講演論文集, SOM2008-01, pp.1-6, 2008年3月24日

学習ベクトル量子化を利用した球面自己組織化マップによるクラスタ分析

蔭山大輔, 徳高平蔵*¹, 藤村喜久郎, 李仕剛, 権田英功*², 松田充夫*³, 大北正昭
(*¹(有) SOM ジャパン, *²米子高専, *³大島商船高専)
第9回自己組織化マップ研究会 2008 講演論文集,

SOM2008-04, pp.17-22, 2008年3月24日

Databionic ESOM のデモンストレーション

藤村喜久郎

第9回自己組織化マップ研究会 2008 講演論文集,
SOM2008-08, pp.37-42, 2008年3月24日

自己組織化マップとそのツール (単行本)

大北 正昭 (編集), 藤村 喜久郎 (編集), 権田 英
功 (編集), 徳高 平蔵 (編集)

シュプリンガージャパン株式会社, ISBN-10:
4431100482, ISBN-13: 978-4431100485, 2008年12
月

自動ドア装置

村田良文, 奥間昌彦, 富永泰司, 大木 誠, 大北
正昭

特許第 4283237 号 (特願 2005-037984), 2009年3
月27日

高機能超音波センサシステムの開発研究

奥雲正樹, 木村昭彦, 大木 誠, 大北正昭

電気学会論文誌 C, Vol.128, No.1, pp.55-61, 2008.

Nurse Scheduling by Cooperative GA with Variable Mutation Operator

Uneme,S., Kawano,H., Ohki,M.

Proc. of ICEIS (10th Int. Conf. on Enterprise
Information Systems, Barcelona, Spain, June 12-16,
2008), INSTICC, pp.249-252, June 2008.

Parallel Processing of Cooperative Genetic Algorithm for Nurse Scheduling

Ohki,M., Unemea,S., Kawano,H.

Proc. of the 2008 4th International IEEE Conference
Intelligent Systems (Sept. 6-8, 2008, Varna Bulgaria),
vol.2, pp.36-41, Sept. 2008.

クラスタ単位に着目した SOM による欠落データ予 測の一手法の提案

小鉄和広, 島崎尚史, 大北正昭, 大木 誠

第9回自己組織化マップ (SOM) 研究会 2008 講
演論文集, pp.23-26, 2008年3月.

複数計算機を用いた看護師勤務表最適化手法の 検討

采女真也, 河野光, 林重人, 岩田祐児, 大木 誠

電子情報通信学会 2008年総合大会, D-1-1, 2008年

3月.

共存型 GA による看護師勤務表最適化における突 然変異の検討

河野光, 采女真也, 林重人, 岩田祐児, 大木 誠

電子情報通信学会 2008年総合大会, D-8-22, 2008
年3月.

動画像における移動ベクトル推定に関する検討

林重人, 岩田祐児, 采女真也, 河野光, 大木 誠

電子情報通信学会 2008年総合大会, D-11-74, 2008
年3月.

ステレオ画像による射影変換を用いた障害物検 出法の検討

伴藤浩之, 堀場孝久, 櫻木隆史, 大北正昭, 大木
誠

電子情報通信学会 2008年総合大会, D-12-37, 2008
年3月.

段階的移動ベクトル推定法を用いた移動体追跡 の検討

岩田祐児, 林重人, 采女真也, 河野光, 大木 誠,
大北正昭

電子情報通信学会 2008年総合大会, D-12-61, 2008
年3月.

複数計算機によるナーススケジューリングの検 討

采女真也, 河野光, 林重人, 岩田祐児, 大木 誠

平成 20 年電気学会全国大会, 3-042, 2008年3月.

看護師勤務表最適化のための共存型 GA の改善

河野光, 采女真也, 林重人, 岩田祐児, 大木 誠

平成 20 年電気学会全国大会, 3-043, 2008年3月.

領域分割を用いた移動体追跡の検討

林重人, 岩田祐児, 采女真也, 河野光, 大木 誠

平成 20 年電気学会全国大会, 3-054, 2008年3月.

LK 法と BMGA を用いた移動ベクトル推定の検討

岩田祐児, 林重人, 采女真也, 河野光, 大木 誠,
大北正昭

平成 20 年電気学会全国大会, 3-055, 2008年3月.

反射波の周波数解析による雑音に対しロバスト な超音波センサシステムの研究開発

奥雲正樹, 赤沢圭治, 大木 誠, 大北正昭, 木村

明彦

平成 20 年電気学会全国大会, 3-077, 2008 年 3 月.

共存型 GA を用いた看護師勤務表最適化の並列実行

河野光, 采女真也, 濱本祐輔, 安藤正貴, 妹尾優一, 大木 誠

第 24 回ファジィシステムシンポジウム講演論文集, pp.36-37, 2008 年 9 月.

クラスタ間のデータ数の偏りに頑健な自己組織化マップの構成法

小鉄 和広, 藤澤 大樹, 妹尾 優一, 岸田 悟, 大木 誠

第 24 回ファジィシステムシンポジウム講演論文集, pp.727-728, 2008 年 9 月.

半自動車いす型ロボット DREAM 号の SOM を用いた走行補助に関する検討

福安真之, 白川浩章, 倉田将史, 妹尾優一, 李仕剛, 大木 誠

第 24 回ファジィシステムシンポジウム講演論文集(2008 年 9 月 3-5 日, 阪南大学), pp.748-749, 2008 年 9 月.

SOM を用いた電動車いすの走行補助に関する研究

白川浩章, 福安真之, 倉田将史, 妹尾優一, 李仕剛, 大木 誠

第 26 回ロボット学会学術講演会(2008 年 9 月 9-11 日, 神戸大学), RSJ2008AC1H3-07, 2008 年 9 月.

小型組み込み用途 Adaboost を用いた標識認識 FPGA の設計

白井 温, 近藤克哉

電子情報通信学会技術研究報告, vol.108, no.334, pp.157-160, 2008 年 12 月.

OFDM 変復調用 SNR 推定法に関する一検討

清水智一, 笹岡直人, 伊藤良生

電子情報通信学会技術研究報告, SIS2007-72, 2008 年 3 月

One Converter Type Voltage Free Neutral Point Type Converter and Application to Electronic Ballast

Nabil, M, Hidayat., Nakamura, M., Kato, Y., Takahashi, N., Yokozeki, I., Itoh, Y.

Proc. of 2008 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT2008), WA2-B5, Apr. 2008.

OFDM システムにおける可変ガードインターバル長のためのフィードバックシステムに関する一検討

中西隆晴, 田中秀明, 笹岡直人, 伊藤良生

電子情報通信学会技術研究報告, EA2008-6-17, 2008 年 5 月

可変遅延を用いた相関関数推定による雑音にロバストな方程式誤差アルゴリズムに関する検討

笹岡直人, 金川龍一, *¹久野英治, *²ジェームスオケロ, 伊藤良生, *³小林正樹 (*¹職業能力開発総合大学校, *²日本電気, *³中部大学)

電子情報通信学会技術研究報告, SIS2008-6, 2008 年 6 月

HMM の平均スペクトルの適応と分散拡大による雑音下音声認識の改善に関する研究

新宮正人, 加藤聡, 笹岡直人, 伊藤良生

第 2 回関西地区信号処理とその応用研究会公演論文集 p.3-01, 2008 年 8 月

An Equation Error Algorithm Based on Correlation Function with Variable Delay

Kanagawa, R., *¹ Kuno, E., *² Okello, J., Sasaoka, N., Itoh, Y., *³ Kobayashi, M. (*¹ Polytechnic University, *² NEC, *³ Chubu University)

Proc. of 16th European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2008), on CD-ROM, Aug. 2008.

適応フィルタを用いた正弦波及び広帯域騒音抑圧法の可変ステップサイズに関する検討

島田康二, 笹岡直人, 伊藤良生, *¹藤井健作 (*¹兵庫県立大学)

2008 年電子情報通信学会基礎・境界ソサイエティ大会講演論文集, p.178, 2008 年 9 月

相関関数推定を用いた方程式誤差アルゴリズムの収束速度改善に関する検討

金川龍一, 笹岡直人, *¹久野英治, *²ジェームスオケロ, 伊藤良生, *³小林正樹, 立木純夫 (*¹職業能力開発総合大学校, *²日本電気, *³中部大学)

電子情報通信学会技術研究報告, SIP2008-89, 2008 年 9 月

Noise Reduction System Based on LPEF and System Identification with Variable Step Size

Sasaoka, N., Shimada, K., Itoh, Y., *¹Fujii, K.
(*¹University of Hyogo)

Proc. IEEE International Symposium on Communications and Information Technologies 2008 (ISCIT2008), pp.228-231, Oct. 2008.

適応フィルタを用いた広帯域及び正弦波騒音抑圧法の相関推定による可変ステップサイズに関する一検討

島田康二, 園延昇太, 笹岡直人, 伊藤良生
平成 20 年度電気・情報関連学会中国支部第 59 回
連合大会講演論文集, p.118, 2008 年 10 月

相関関数を用いた方程式誤差モデルに関する一検討

金川龍一, 樋口達也, 笹岡直人, 伊藤良生
平成 20 年度電気・情報関連学会中国支部第 59 回
連合大会講演論文集, p.119, 2008 年 10 月

OFDM 変復調用最大ドップラー周波数推定手法に関する一検討

福定慶悟, 笹岡直人, 伊藤良生
電子情報通信学会技術研究報告, SIS2008-57,
2008 年 12 月

A study of Adaptive Guard Interval with Estimation of Channel Impulse Response for OFDM System

Tanaka, H., Sasaoka, N., Nakanishi, T., Itoh, Y.
Proc. of 2008 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS2008), on CD-ROM, Dec. 2008.

口部パターン形状を利用した文字入力システム

齊藤剛史, 加藤友哉, 小西亮介
信学技報 PRMU2007-161, pp.23-28, 2008 年 1 月

リアルタイム口部形状認識を利用した意思伝達システム

加藤友哉, 齊藤剛史, 小西亮介
信学技報 WIT2007-89, pp.99-104, 2008 年 1 月

音声命令による電動車椅子の操作

水口正治, 西森雅人, 村井彰, 齊藤剛史, 尾崎知幸, 小西亮介
信学技報 WIT2008-9, pp.49-54, 2008 年 5 月

Monocular Vision based Indoor Mobile Robot

Tada, N., Murata, K., Saitoh, T., Osaki, T., Konishi, R.
23rd International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC2008), pp.41-44, July 2008

Current Sensor Based Non-intrusive Appliance Recognition for Intelligent Outlet

Saitoh, T., Aota, Y., Osaki, T., Konishi, R., Sugahara, K.
23rd International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC2008), pp.349-351, July 2008

複数の口唇領域を用いた単語認識

齊藤剛史, 久木貢, 森下和敏, 小西亮介
第 11 回 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2008), pp.434-439, 2008 年 7 月

ネットワークから制御可能な多機能コンセント

明山寛史, 川村尚生, 菅原一孔, 齊藤剛史, 小西亮介
第 7 回情報科学技術フォーラム (FIT2008),
pp.259-262, 2008 年 9 月

複数口唇領域を利用した多言語に有効な単語読唇

齊藤剛史, 森下和敏, 小西亮介
信学技報 PRMU2008-76, pp.181-186, 2008 年 9 月

横顔画像の輪郭形状に基づく読唇

齊藤剛史, 小西亮介
信学技報 PRMU2008-77, pp.187-192, 2008 年 9 月

電流センサに基づく家電機器の認識

小西亮介, 齊藤剛史, 青田祐樹, 尾崎知幸, 菅原一孔
計測自動制御学会第 25 回センシングフォーラム,
pp.88-93, 2008 年 9 月

顔面熱画像を用いた顔認識

山平浩太郎, 齊藤剛史, 小西亮介
計測自動制御学会第 25 回センシングフォーラム,
pp.100-104, 2008 年 9 月

Japanese 45 Single Sounds Recognition Using Intraoral Shape

Saitoh, T., Konishi, R.

IEICE Information & Systems, Vol.E91-D,
pp.2735-2738, Nov. 2008

発話時における口唇形状の変化による単語認識

齊藤剛史, 森下和敏, 小西亮介
第13回パターン計測シンポジウム(第77回パターン計測部会研究会), pp.21-26, 2008年11月

トラジェクトリ特徴量に基づく単語認識のリアルタイム処理

加藤友哉, 齊藤剛史, 小西亮介
信学技報 PRMU2008-122, pp.75-80, 2008年11月

Computer Vision

Saitoh, T., Tada, N., Konishi, R.
Indoor Mobile Robot Navigation by Center Following based on Monocular Vision, IN-TECH, pp.351-366, ISBN 978-953-7619-21-3, pp.351-366, 2008

Analysis of Efficient Lip Reading Method for Various Languages

Saitoh, T., Morishita, K., Konishi, R.
19th International Conference on Pattern Recognition (ICPR2008), Dec. 2008

~環境と人に優しいエネルギー社会を目指す~ (鳥取大学工学部電気電子機器工学研究室 研究グループ紹介)

西守克己, 西村 亮
電気学会論文誌 B, 第128巻, 7号, p.978, 2008年7月.

簡易な集光装置を取り付けた太陽電池モジュールの発電出力シミュレーション

梅森隆文, 西村 亮, 西守克己, 石原永伯
太陽エネルギー184号 (Vol.34, No.2) pp. 55-60, 2008年3月

接地した導電性ネットによる帯電農薬粒子の遮へい

西村 亮, 西守克己, 石原永伯
農業機械学会誌 70(3), pp. 129-130, 2008年5月

農薬粒子の帯電によるドリフト軽減に関する研究 (第1報) ~帯電液滴の導電性ネットによる遮へい~

西村 亮, 西守克己, 石原永伯
第67回農業機械学会年次大会講演要旨(2008),

pp.125-126, 2008年3月

静電農薬散布と接地導電性ネットによる農薬飛散低減

西村 亮, 橋本祥史, 西守克己, 石原永伯
静電気学会講演論文集'08, pp. 59-62, 2008年9月

商用日本ナシ樹への静電農薬散布の有効性評価のための実証実験

橋本祥史, 西村 亮, 西守克己, 石原永伯
静電気学会講演論文集'08, pp. 63-66, 2008年9月

メキシコにおける簡易な集光装置つき太陽電池モジュールの発電特性

梅森隆文, 西村 亮, 西守克己, 石原永伯
太陽/風力エネルギー講演論文集(2008), pp.297-300, 2008年11月

遺伝的アルゴリズムによる複数の小型風力発電機の設置域の風況考慮による最適配置決定

中島正典, 西村 亮, 西守克己, 石原永伯
太陽/風力エネルギー講演論文集(2008), pp.377-380, 2008年11月

Novel Humidity and Gas Detector Using Langmuir-Blodgett Cellulose-Thin-Film Coated Quartz Crystal Oscillator

Kusano, H^{*1}., Kitagawa, M^{*2}.
(*¹Industrial Research Institute of Tottori, *²Tottori University)
IEICE TRANS. ELECTRON., VOL.E91-C, NO.12 DECEMBER 2008 p.1876-1879.

Investigation of Self-Assembled Monolayer Treatment on SiO₂ Gate Insulator of Poly(3-hexylthiophene) Thin-Film Transistors

Horii, Y^{*1,*5}., Ikawa, M^{*1}., Sakaguchi, K^{*1}., Chikamatsu, M^{*1}., Yoshida, Y^{*1}., Azumi, R^{*1}., Mogi, H^{*2,*3}., Kitagawa, M^{*4}., Konishi, H^{*5}., Yase, K^{*1}.
(*¹Photonics Research Institute, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology(AIST), *²Japan Chemical Innovation Institute(JCII), *³Tshin-Etsu Chemical, *⁴Department of Information and Electronics, Tottori University, *⁵Department of Chemistry and Biotechnology, Tottori University)
Thin Solid Films 518 (2009) 642-646.

Strong Molecular Field Effect from Gd on

3d-Electronic States of Cu in Concentrated Gd-Cu Non-Crystalline Alloys

Yano, K., Fukuoka, J., Yamada, S., Sakurai, H., Okada, S., Adachi, H., Kawata, H., Kita, K., Nakai, I. J. Phys.: Conference Series Vol.150, pp.042239/1-4, 2009.

X-Ray Absorption Near Edge Structure of Amorphous Ce_xRu_{100-x}

Li, Y., Ohnishi, N., Nakai, I., Amakai, Y., Murayama, S. J. Phys. Soc. Jpn. Vol.78, No.9, pp.094717/1-4, 2009.

Molecular Beam Epitaxy of Phosphorus-Doped ZnS

Ichino, K., Yoshida, H., Kawai, T., Matsumoto, H., Kobayashi, H.* (*Tokushima Bunri University) Proc. 13th Int. Conf. on II-VI Compounds, Jeju, Korea, Sep. 10-14, 2007, J. Korean Phys. Soc., Vol. 53, No. 5, pp. 2939-2942, Nov. 2008.

Si Codoped $CuAlS_2:Mn$ Red Phosphor for White LEDs

Tsuji, K., Ohmi, K. J. Light & Vis. Env., Vol. 32, No. 2, pp. 85-88, 2008

Improvement in Luminescent Characteristics by Al Codoping in $Ba_2SiS_4:Ce$ Blue Phosphor for White LEDs

Ohashi, T., Ohmi, K. J. Light & Vis. Env., Vol. 32, No. 2, pp. 89-92, 2008

Improvement of Luminescent Characteristics of $BaGd_4Si_3O_{13}:Tb$ Green VUV Phosphor by F-Incorporation

Kobayashi, A., Yamane, A., Kunimoto, T., Ohmi, K. IEICE TRANSACTIONS on Electronics, Vol. E91-C, pp.1542-1546, 2008

Lowering of Threshold Voltage in Nano Particle Embedded TFEL Devices

Kotani, T., Sasaki, T., Miyamoto Y., Ohmi, K. Proc. 14th International Workshop on Inorganic and Organic Electroluminescence & 2008 International Conference on the Science and Technology of Emissive Displays and Lighting, pp. 143-146, 2008

Study of Eu Luminescent Centers Located Near the Surface of BAM Phosphors by Conversion Electron Yield XAFS

Honma, T., Kunimoto, T., Hiragi, T., Tanno, H., Kajiyama, H., Kobayashi, A., Orita, S., Ohmi, K. Proc. 15th Int. Display Workshops, pp. 827-830, 2008

Crystallographic and Electroluminescent Characteristics of $(Ba,Sr)_2ZnS_3:Mn$ Thin Film Devices

Sasaki, T., Kotani, T., Miyamoto, Y., Ohmi, K. Proc. 15th Int. Display Workshops, pp. 839-842, 2008

$Ba_4Gd_6Si_6O_{24}F_2:Tb$ Green Phosphor for VUV Excitation

Kobayashi, A., Kunimoto, T., Ohmi, K. Proc. 15th Int. Display Workshops, pp. 875-878, 2008

紫外発光蛍光体の混合による $CaMgSi_2O_6:Eu$ 蛍光体の真空紫外波長域における励起特性改善の試み

折田真也, 國本崇^{*1}, 谷弘敦, 大観光徳 (*¹ 徳島文理大学)
電子情報通信学会技術研究報告, Vol. EID2007-66, pp.25-28, 2008年1月

液相合成法による真空紫外励起用珪酸塩蛍光体の作製

中島康裕, 國本崇^{*1}, 大観光徳 (*¹ 徳島文理大学)
電子情報通信学会技術研究報告, Vol. EID2007-67, pp.29-32, 2008年1月

ナノ粒子を塗布した無機薄膜 EL 素子におけるしきい電圧の低減

小谷剛史, 大観光徳
日本学術振興会 光電相互変換第125委員会・本委員会第201回・EL分科会第33回合同研究会資料, pp. 25-27, 2008年7月

新規 PDP 用蛍光体の開発

國本崇^{*1}, 大観光徳(*¹ 徳島文理大学)
マテリアルインテグレーション, Vol. 21, No. 12, pp. 31-36, 2008年12月

発光の物理

小林洋志 監修, 中西洋一郎, 波多腰玄一 編著, 大観光徳 分筆
2.4, 3.1, 3.2 節, 培風館, 2008年3月

指紋と声紋によるハイブリッド認証システムの構築

小林光, 田中章浩, 岸田悟, 渡部徹, 長谷川弘;
ニューロコンピューティング研究会,
電子情報通信学会技術研究報告 Vol.107 No.542,
pp. 421-426, 2008年3月.

Universal Understanding of Direct Current Transport Properties of ReRAM Based on a Parallel Resistance Model

Kinoshita,K., Noshiro,H^{*1}., Yoshida,C^{*1}., Sato,Y^{*1}.,
Aoki,M^{*1}., Sugiyama,Y^{*1}. (*¹Fujitsu Labs Ltd.)
J. Mater. Res. 23, pp. 812-818, 2008.

Dominant Failure Mechanism in Data Retention Characteristics of Resistance Change Memory Consisting of NiO at High Temperature

Kinoshita,K., Okano,A^{*1}., Tsunoda,K^{*1}., Aoki,M^{*1}.,
Sugiyama,Y^{*1}. (*¹Fujitsu Labs Ltd.), Appl. Phys.
Express 1, pp. 125001-125003, 2008.

Direct Observation of Oxygen Movement During Resistance Switching in NiO/Pt Film

Yoshida,C^{*1}., Kinoshita,K., Yamasaki,T^{*1}.,
Sugiyama,Y^{*1}. (*¹Fujitsu Labs Ltd.), Appl. Phys. Lett.
93, 042106-042108, 2008.

Reduction of the Reset Current in a Resistive Random Access Memory Consisting of NiO brought about by Reducing a Stray Capacitance

Kinoshita,K., Tsunoda,K^{*1}., Noshiro,H^{*1}., Sato,Y^{*1}.,
Aoki,M^{*1}., Sugiyama,Y^{*1}. (*¹Fujitsu Labs Ltd.), Appl.
Phys. Lett. 93, pp. 033506-033508, 2008.

Sub-100- μ A Reset Current of Nickel Oxide Resistive Memory Through Control of Filamentary Conductance by Current Limit of MOSFET

Sato,Y^{*1}., Tsunoda,K^{*1}., Kinoshita,K., Noshiro,H^{*1}.,
Aoki,M^{*1}., Sugiyama,Y^{*1}. (*¹Fujitsu Labs Ltd.), IEEE
TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES 55, pp.
1185-1191, 2008.

New method to control defect reaction induced by electron-hole recombination for long-living widegap light-emitting devices

Adachi,M^{*1}., Hashimoto,Y., Kanzaki,K., Ohashi,S.,
Morita,Y., Abe,T., Kasada,H., Ando,K. (*¹JAXA)
J. Mater. Sci.: Mater. Electron, 19, pp.S299-S302,

2008

Demonstration of Practical Blue Waveguide Stark-Effect Modulators of ZnSe/ZnMgSSe Asymmetric Coupled Quantum Wells

Abe,T., Yamane,M., Nishiguchi,T., Kozeni,H.,
Yoshida,T., Adachi,M., Kasada,H., Ando,K.
J. Korean Phys. Society, 53, pp.94-97, 2008

New Defect Control for Extremely Long-Lived Widegap-White Light Emitting Diodes

Ando,K., Hashimoto,Y., Kanzaki,K., Ohashi,S.,
Morita,Y., Abe,T., Kasada,H., Adachi,M^{*1}. (*¹JAXA)
J. Korean Phys. Society, 53, pp.2857-2860, 2008

High Sensitive Ultraviolet PIN Photodiodes of ZnSSe n⁺-i-p Structure/p⁺-GaAs with extremely thin n⁺-Window layer grown by MBE

Miki,K., Oshita,Y., Katada,D., Nobe,K., Nomura,M.,
Adachi,M^{*1}., Abe,T., Kasada,H., Ando,K. (*¹JAXA)
J. Korean Phys. Society, 53, pp.2925-2928, 2008

応用化学講座

Design of Phosphonium Ionic Liquids for Lipase-Catalyzed Transesterification

Abe, Y., Kude, K., Hayase, S., Kawatsura, M., Tsunashima, K., Itoh, T.
J. Mol. Catalysis B: Enzymatics. 2008, 51, 81-85, 2008.

Synthesis of Fulleropyrrolidine-Imidazolium Salt Hybrids and Their Solubility in Various Organic Solvent

Itoh, T., Mishiro, M., Matsumoto, K., Hayase, S., Kawatsura, M.
Tetrahedron, 2008, 64, 1823-1828.

Iron(III) Chloride Catalyzed Nazarov Cyclization of 3-Substituted Thiophene Derivatives

Kawatsura, M., Higuchi, Y., Hayase, S., Nanjo, M., Itoh, T.
Synlett, 2008, 1009-1012.

Regioselective Synthesis of Trifluoromethyl Group Substituted Allylic Amines via Palladium Catalyzed Allylic Amination

Kawatsura, M., Hirakawa, T., Tanaka, T., Ikeda, D., Hayase, S., Itoh, T.
Tetrahedron Lett., 2008, 49, 2450-2453.

Asymmetric Conjugate Addition of Thiols to (E)-3-crotonoyloxazolidin-2-one by Iron or Cobalt/pybox Catalyst

Kawatsura, M., Komatsu, Y., Yamamoto, M., Hayase, S., Itoh, T.
Tetrahedron, 2008, 64, 3488-3493.

Linker-oriented Design of Binaphthol Derivatives for Optical Resolution Using Lipase-catalyzed Reaction

Taniguchi, T., Fukuba, T., Nakatsuka, S., Hayase, S., Kawatsura, M., Uno, H., Itoh, T.
J. Org. Chem., 2008, 73, 3875-3884.

Iron Salt-catalyzed Multi-point Alkylation of Pyrrole with Vinyl Ketones

Kawatsura, M., Fujiwara, M., Uehara, H., Nomura, S., Hayase, S., Itoh, T.
Chem. Lett., 2008, 37, 794-795.

Ruthenium-Catalyzed Linear Selective Allylic Amination of Monosubstituted Allyl Acetates

Kawatsura, M., Ata, F., Hayase, S., Itoh, T.
Tetrahedron Lett., 2008, 49, 4873-4875.

Remarkable Activation of an Enzyme by (R)-Pyrrolidine-Substituted Imidazolium Alkyl PEG Sulfate

Abe, Y., Hirakawa, T., Nakajima, S., Okano, N., Hayase, S., Kawatsura, M., Hirose, Y., Itoh, T.
Adv. Synth. Catal., 2008, 350, 1954-1958.

Development of Novel Phosphonium Ionic Liquid for Grignard Reaction: Iron Salt-catalyzed Rapid Homocoupling Reaction of Aryl Grignard Reagents

Itoh, T., Kude, K., Ishioak, A., Hayase, S., Kawatsura, M.
ECS Transactions, 2008, 13, 47-49.

イオン液体中の酵素反応

伊藤敏幸
月刊ケミカルエンジニアリング, 2008, 53, 954-959.

Preparation and Defect Structure of Ta- and Al-doped Zn₂TiO₄ Showing Oxide Ion Conduction via Cation Vacancy

Takai, S., Okada, O., Ohyama, K., Esaka, T.
J. Ceram. Soc. Jap., Vol.116, No.4, pp. 525-529, 2008.

Cathode Performance of LiMn₂O₄ Thick Film Prepared by Gas Deposition for Lithium Rechargeable Battery

Takai, S., Sakaguchi, H., Tanaka, K., Nagao, Y., Esaka, T.
Electrochem., Vol.76, No.4, pp. 293-296, 2008.

Donor-Acceptor C₆₀-Containing Polyferrocenylsilanes: Synthesis, Characterization and Applications in Photodiode Devices

Nanjo, M., Cyr, P. W.,* Liu, K.,* Sargent, E. H.,* Manners, I.* (*Univ. of Toronto)
Adv. Funct. Mater. 2008, 18, 470 - 477.

Spectroscopic and Structural Studies of Thermally Unstable Intermediates Generated in the Reaction of [Pt(PPh₃)₂(η²-C₂H₄)] with Dihydrodisilanes

Arii, H.,* Takahashi, M.,* Noda, A.,* Nanjo, M., Mochida, K.* (*Gakushuin Univ.)
Organometallics 2008, 27, 1929-1935.

Synthesis of 1,2-Dihydroisoquinolines via Palladium(0)-catalyzed Addition-Cyclization of Chloroform to Ortho-Alkynylaldimines

Nakamura, H.,* Saito, H.,* Nanjo, M. (*Gakushuin Univ.)
Tetrahedron Lett. 2008, 49, 2697-2700.

Characterization of Mononuclear and Dinuclear Germplatinum Complexes and Ge-Ge Bond Formation at the Platinum Center

Arii, H.,* Nanjo, M., Mochida, K.* (*Gakushuin Univ.)
Organometallics 2008, 27, 4147-4151.

Anti to syn Isomerization of Oxalix[4]arene Bearing Two Methyl Groups at the Intra-Annular Distal Positions Oxalix[4]arenes

Konishi, H., Mita, T., Yasukawa, Y., Morikawa, O., Kobayashi, K.
Tetrahedron Lett., 49, 6831-6834 (Nov. 2008).

Crystal Structure of 1⁴,1⁶,3⁴,3⁶,5⁴,5⁶,7⁴,7⁶-octakis-(trimethylsilyloxy)-1,3,5,7(1,3)-tetrabenzenacyclo-octaphane, C₂₈H₁₆[OSi(CH₃)₃]₈

Morikawa, O., Nakamura, M., Kobayashi, K., Konishi, H.
Z. Kristallogr. NCS 223, 95-98 (Feb. 2008).

Convenient Synthesis of 1,4-Dihydro-2H-3,1-benzoxazin-2-ones by Iodocyclization of *t*-Butyl 2-Vinylphenylcarbamates

Kobayashi, K., Fukamachi, S., Nakamura, D., Morikawa, O., Konishi, H.
Heterocycles, Vol. 75, No. 1, pp. 95-105, Jan. 2008.

Synthesis of 1-Aminonaphthalene-2-carbonitrile Derivatives by the Reaction of 2-Vinylbenzonitriles with 2-Lithioacetonitrile

Kobayashi, K., Hashimoto, K., Ukon, T., Fukamachi, S., Morikawa, O., Konishi, H.
Synthesis, No. 4, pp 584-588, Feb. 2008.

A Facile Synthesis of 1,3-Dihydroisobenzofurans Using Iodocyclization of 2-Vinylbenzyl Alcohols

Kobayashi, K., Shikata, K., Fukamachi, S., Konishi, H.
Heterocycles, Vol. 75, No. 3, pp 599-609, Mar. 2008.

Synthesis of (Z)-2-[(Z)-3-Alkylideneisobenzofuran-1(3H)-ylidene]acetic Acid Derivatives by Sequential Coupling-Cyclization between 3-(2-Iodophenyl)-3-oxopropanoic Acid Derivatives and Terminal Alkynes

Kobayashi, K., Hashimoto, K., Fukamachi, S., Konishi, H.
Synthesis, No. 7, pp. 1094-1098, Apr. 2008.

One-pot Synthesis of 2,3-Disubstituted Benzo[*b*]thiophene Derivatives from 2-Mercaptophenyl Ketones

Kobayashi, K., Nakamura, D., Fukamachi, S., Konishi, H.
Heterocycles, Vol. 75, No. 4, pp 919-924, Apr. 2008.

Synthesis of 2,4-Disubstituted Isoquinolin-1(2H)-ones Based on Reactions of α-Substituted 2-Lithio-β-methoxystyrenes with Isocyanates

Kobayashi, K., Hayashi, K., Num, C., Fukamachi, S., Konishi, H.
Heterocycles, Vol. 75, No. 5, pp 1225-1231, May 2008.

Synthesis of 2-(2-Imino-2,3-dihydropyrido[3,2-*e*]-1,3-thiazin-(Z)-4-ylidene)acetamide Derivatives

Kobayashi, K., Iitsuka, D., Konishi, H.
Synthesis, No. 11, pp 1703-1706, Jun. 2008.

Synthesis of 1H-Isoindoles by Iodoamination of 2-Vinylbenzylidenamines

Kobayashi, K., Horiuchi, M., Tanmatsu, M., Konishi, H.
Heterocycles, Vol. 75, No. 7, pp 1779-1788, Jul. 2008.

Synthesis of 1,4-Dihydro-2H-3,1-benzoxazin-2-ones by Hydriodic Acid Mediated Cyclization of *tert*-Butyl 2-Vinylphenylcarbamates

Kobayashi, K., Fukamachi, S., Konishi, H.
Heterocycles, Vol. 75, No. 9, pp 2301-2307, Sep. 2008.

Synthesis of (Z)-2-[Quinazolin-4(3H)-ylidene]acetonitriles by the Reaction of *N*-(2-

Cyanophenyl)alkanimidates with 2-Lithioacetonitrile

Kobayashi, K., Ukon, T., Nakano, H., Fukamachi, S., Konishi, H.

Synthesis, No. 18, pp 2874–2878, Sep. 2008.

Synthesis of 1(3*H*)-Iminobenzo[*c*]thiophene Derivatives by Hydriodic Acid-Mediated Cyclization of 2-(Vinyl)thiobenzamide Derivatives

Kobayashi, K., Fujita, S., Konishi, H.

Heterocycles, Vol. 75, No. 10, pp 2555–2562, Oct. 2008.

Synthesis of 1-Aryl-1*H*-pyrrolo[2,3-*b*]pyridines (1-Aryl-7-azaindoles) by Thermal Dehydration-Cyclization-Dehydrogenation Sequence of 2-Arylamino-3-(1-hydroxyalkyl)pyridines

Kobayashi, K., Fujita, S., Fukamachi, S., Konishi, H. Heterocycles, Vol. 75, No. 11, pp 2735–2744, Nov. 2008.

Synthesis of 1-Iminoisothiochroman Derivatives Based on Reactions of 2-Lithio- β -methoxystyrene Derivatives with Isothiocyanates Followed by Acid-mediated Cyclization

Kobayashi, K., Nakai, D., Hayashi, K., Konishi, H.

Heterocycles, Vol. 75, No. 12, pp 3025–3033, Dec. 2008.

Preparation of a Thermosensitive Highly Regioselective Cellulose/*N*-Isopropylacrylamide Copolymer through Atom Transfer Radical Polymerization

Ifuku, S., Kadla, J. F.

Biomacromol. Vol. 9, pp. 3308-3313, Nov. 2008.

Palladium Adsorbing Properties of UV-curable Chitosan Derivatives and Surface Analysis of Chitosan-containing Paint.

Renbutsu, E., Okabe, S., Omura, Y., Nakatsubo, F., Minami, S., Shigemasa, Y., Saimoto, H.

Int. J. Biol. Macromol. Vol. 43, pp. 62-68, July 2008.

化学情報処理の実施から

曲線から直線への変換 変数変換

榊原正明

大学教育年報, 第 13 巻, pp.31-40, 2008 年 3 月

Mg₂Ge/Si Composite Electrodes Prepared by Gas-Deposition as Anodes for Lithium Rechargeable Battery

Sakaguchi, H., Iida, T., et al.

Electrochemistry, 76(9), 2008, 644-648.

Cathode Performance of LiMn₂O₄ Thick Films Prepared by Gas-Deposition for Lithium Rechargeable Battery

Takai, S., Sakaguchi, H., et al.

Electrochemistry, 76(4), 2008, 293-296.

次世代自動車用リチウムイオン電池の材料開発

坂口裕樹, 飯田貴久

2.2 金属・合金系

シーエムシー出版, 2008, pp.31-49.

リチウム二次電池部材の高容量・高出力化と安全性向上

坂口裕樹, 飯田貴久

2.1 リチウム貯蔵金属・合金厚膜電極の創製と二次電池負極特性

技術情報協会, 2008, pp. 51-69.

Crystal Shape of GaAs Nanocrystals Deposited on Si(100) by Molecular Beam Epitaxy

Usui, H., Yasuda, H., Mori, H.

Thin Solid Films, vol.516, pp.2487-2490. Mar. 2008.

Effect of Substrate Temperature on Growth Process of GaAs on Si(110) Vicinal Surface Studied by Reflection High-energy Electron Diffraction

Usui, H., Yasuda, H., Mori, H.

Physica E, vol.40, pp.836-842. Feb. 2008.

Computational Study of Brønsted Acidity of Faujasite. Effect of the Al Content in the Infrared OH Stretching Frequencies

Sastre, G.^{*1}, Katada, N., Suzuki, K., Niwa, M.

J. Phys. Chem., C., Vol. 112, pp.19293–19301, 2008.

^{*1}Universidad Politecnica de Valencia, Spain.

Combined Study of IRMS-TPD Measurement and DFT Calculation on Brønsted Acidity and Catalytic Cracking Activity of Cation Exchanged Y Zeolite

Noda, T., Suzuki, K., Katada, N., Niwa, M.

J. Catal., Vol. 259, pp. 203-210, 2008.

Acidity and Catalytic Activity of Mesoporous ZSM-5 in Comparison with Zeolite ZSM-5, Al-MCM-41 and Silica-Alumina

Suzuki, K. Aoyagi, Y., Katada, N., Choi, M.^{*1}, Ryoo, R.^{*1}, Niwa, M.

Catal. Today, Vol. 132, pp. 38-45, 2008.

^{*1}Korean Advanced Institute of Technology, Korea.

Production of Ethanol by Vapor Phase Hydration of Ethene over Tungsta Monolayer Catalyst Loaded on Titania

Katada, N., Iseki, Y.^{*1}, Shichi, A.^{*2}, Fujita, N.^{*3}, Ishino, I.^{*4}, Osaki, K., Torikai, T., Niwa, M.

Appl. Catal., A: Gen., Vol. 349, pp. 55 - 61, 2008.

(^{*1} KRI, ^{*2} Sakai Chemical Industry, ^{*3} Mitsubishi Chemical Corporation, ^{*4} Nagoya Univ.)

Measurements of Number and Strength Distribution of Brønsted and Lewis Acid Sites on Sulfated Zirconia by Ammonia IRMS-TPD Method

Katada, N., Tsubaki, T., Niwa, N.

Appl. Catal., A: Gen., Vol. 340, pp. 76 - 86, 2008.

ゼオライト触媒の酸性質と形状選択性はどのようにして発現するか

丹羽 幹

ペトロテック, 第 31 巻, pp.646-650, 2008.

アンモニア IRMS-TPD 法と DFT (密度汎関数) 計算を併用するゼオライトブレンステッド酸性質に関する研究

丹羽 幹, 片田直伸, 鈴木克生

ゼオライト, 第 25 巻, pp.22-29, 2008.

アンモニア IRMS-TPD 法による固体酸性質の測定

片田直伸, 丹羽 幹

ペトロテック, Vol. 31, pp. 365 - 368, 2008.

Catalytic Performance and Characterization of Pt-Ni Bimetallic Catalysts for Oxidative Steam Reforming of Methane

Mukainakano, Y.^{*}, Yoshida, K.^{*}, Kado, S.^{*}, Okumura, K., Kunimori, K.^{*}, Tomishige, K.^{*}

Chem. Eng. Sci., Vol. 63, pp. 4891-4901, 2008.

(*Tsukuba Univ.)

Promotion of Oxidation and Reduction of Rh Species by Interaction of Rh and CeO₂ over

Rh/CeO₂/SiO₂

Miyazawa, T.^{*}, Okumura, K., Kunimori, K.^{*}, Tomishige, K.^{*}

J. Phys. Chem. C, Vol. 112, pp. 2574-2583, 2008.

(* Tsukuba Univ.)

Stepwise Growth of Pd Clusters in USY Zeolite at Room Temperature Analyzed by QXAFS

Okumura, K., Honma, T.^{*}, Hirayama, S.^{*}, Sanada, T., Niwa, M.

J. Phys. Chem. C, Vol. 112, pp.16740-16747, 2008.

(* Japan Synchrotron Radiation Research Institute.)

Oxidative Steam Reforming of Methane over Ni/alpha-Al₂O₃ Modified with Trace Pd

Yoshida, K.^{*1}, Okumura, K., Miyao, T.^{*2}, Naito, S.^{*1}, Ito, S.^{*1}, Kunimori, K.^{*1}, Tomishige, K.^{*1},

Appl. Catal. A, Vol. 351, pp.217-225, 2008.

(*¹ Tsukuba Univ, ^{*2} Yamanashi Chemical Industry.)

Promoting Effect of Co Addition on the Catalytic Partial Oxidation of Methane at Short Contact Time over a Rh/MgO Catalyst

Naito, S.^{*1}, Tanaka, H.^{*1}, Kado, S.^{*1}, Miyao, T.^{*2}, Naito, S.^{*1}, Okumura, K., Kunimori, K.^{*1}, Tomishige, K.^{*1}

Appl. Catal. A, Vol. 351, pp.217-225, 2008.

(*¹ Tsukuba Univ, ^{*2} Yamanashi Chemical Industry.)

Catalytic Performance and QXAFS Analysis of Ni Catalysts Modified with Pd for Oxidative Steam Reforming of Methane

Mukainakano, Y.^{*1}, Yoshida, K.^{*1}, Okumura, K., Kunimori, K.^{*1}, Tomishige, K.^{*1}

Catal. Today, Vol. 132, pp.101-108, 2008.

(*¹ Tsukuba Univ.)

放射光を利用した触媒分析

奥村 和

ぶんせき, 第 4 巻, pp.163-168, 2008.

生物応用工学講座

Functional Characterization of the Recombinant Group II Chaperonin α from *Thermoplasma acidophilum*

Hirai, H., Noi, K., Hongo, K., Mizobata, T., Kawata, Y.

J. Biochem., Vol.143, No.4, pp.505-515, 2008.

Hydrophilic Residues ⁵²⁶KNDAAD⁵³¹ in the Flexible C-Terminal Region of the Chaperonin GroEL Are Critical for Substrate Protein Folding within the Central Cavity

Machida, K., Kono-Okada, A., Hongo, K., Mizobata, T., Kawata, Y.

J. Biol. Chem., Vol.283, No.11, pp.6886-6896, 2008.

Fibril Formation of hsp10 Homologue Proteins and Determination of Fibril Core Regions: Differences in Fibril Core Regions Dependent on Subtle Differences in Amino Acid Sequence

Yagi, H., Sato, A., Yoshida, A., Hattori, Y., Hara, M., Shimamura, J., Sakane, I., Hongo, K., Mizobata, T., Kawata, Y.

J. Mol. Biol., Vol.377, No.5, 1593-1606, 2008.

Functional Stabilization of Kv1.5 Protein by hsp70 in Mammalian Cell Lines

Hirota, Y., Kurata, Y., Kato, M., Notsu, T., Koshida, S., Inoue, T., Kawata, Y., Miake, J., Bahrudin, U., Li, P., Hoshikawa, Y., Yamamoto, Y., Igawa, O., Shirayoshi, Y., Nakai, A., Ninomiya, H., Higaki, K., Hiraoka, M., Hisatome, I.

Biochem. Biophys. Res. Commun., Vol.372, No.3, 469-474, 2008.

Identification of the Functionally Critical Amino Acid Segment and Its Role in the Flexible C-Terminal Region of the Chaperonin GroEL

Kawata, Y., Machida, K., Kono-Okada, A., Hongo, K., Mizobata, T.

J. Proteomics & Bioinformatics, Vol. 2.2, 266, 2008.

Decrease in Hydrogen Sulfide Content during The Final Stage of Beer Fermentation due to Involvement of Yeast And Not Carbon Dioxide Gas

Purging

Oka, K. ^{*1}, Hayashi, T. ^{*1}, Matsumoto, N. ^{*1}, Yanase, H (^{*1} Research Center, Suntory Limited)

J. Biosci. Bioeng., Vol. 106 (3), 253-257 (2008).

ザイモナス菌によるエタノール発酵

築瀬英司

バイオリファイナリー技術の工業最前線、監修：湯川英明、シーエムシー出版、pp.246-262, 2008, 5月

キノコによるエタノール・キシリトール生産

Okamoto, K.

NEW FOOD INDUSTRY, Vol.50, No.6, pp.6-10, 2008.

Electroreductive Acylation of Aromatic Imines with Acylimidazoles

Kise, N., Morimoto, S.

Tetrahedron, Vol.64, No.8, pp.1765-1771, Feb. 2008.

Electroreductive Intramolecular Coupling of 1-Indolealkanones

Kise, N., Mano, T., Sakurai, T.

Org. Lett., Vol.10, No.20, pp.4617-4620, Oct. 2008.

Highly Stereoselective Iminopinacol Coupling of Chiral Aromatic Imines Derived from Di- and Tripeptides

Kise, N., Iwasaki, T., Yasuda, Y., Sakurai, T.

Tetrahedron Lett., Vol.49, No.49, pp.7074-7077, Dec. 2008.

Kinetic Study of Thermally Stimulated Dissociation of Inclusion Complex of 1-Methylcyclopropene with α -Cyclodextrin By Thermal Analysis

Neoh, T. L., Yamauchi, K., Yoshii, H., Furuta T

J. Phy. Chem. B, , Vol.49, 15914-15920, 2008.

Encapsulation of Protein by Spray Drying and Crystal Transformation Method

Yoshii, H., Neoh, T.L., Furuta, T., Ohkawara, M. Drying Technol., Vol.26, 1308-1312, 2008

Improvement of Antifungal Activity of 10-Undecyn-1-ol by Inclusion Complex with Cyclodextrin Derivatives

Neoh, T. L., Tanimoto, T., Ikefuji, S., Yoshii, H.,
Furuta, T.
J. Agric. Food Chem., Vol.56, 3699-3705, 2008.

**Effects of Protein on Retention of ADH Enzyme
Activity Encapsulated in Trehalose Matrices by
Spray Drying,**

Yoshii, H., Buche, F., Takeuchi, N., Terrol, C.,
Ohgawara, M., Furuta, T.
J. Food Eng., Vol.87, 34-39, 2008.

**Multilayer Coating by Drawing a Thin Plastic
Fiber Through a Polymer Solution**

Oda, M., Suga, S., Yoshii, H., Furuta, T.
Asia-Pac. J. Chem. Eng., Vol.3, 63-69, 2008.

**溶液自由表面からの細線引上げ法による高分子薄
膜多層賦型技術の開発**

小田正昭, 菅真一郎, 吉井英文, 古田 武
化学工学論文集, Vol.34, 187-193, 2008.

多孔性無水結晶糖質による亜麻油の包括粉末化

大橋哲也, 渋谷 孝, 奥和之, 吉井英文, 古田 武;
日本食品科学工学会誌, Vol.55, 13-17, 2008.

エチレン阻害剤 1-メチルシクロプロペン (1-MCP)

吉井英文, Neoh, T. L., 古田 武
「シクロデキストリンの応用技術」, 寺尾啓二, 小
宮山真監修, シーエムシー出版, pp. 198-205
(2008).

土木工学講座

Effect of Tuned Mass Damper on Displacement Demand of Base-isolated Structures

Taniguchi, T., Der Kuirighian, A.^{*1}, Melkumyan, M.^{*2}(^{*1}University of California, Berkeley, ^{*2}American University of Armenia)

Journal of Engineering Structures, Vol.30, No.12, pp.3478-3488, 2008

Fluid Pressure on Rectangular Tank Consisting of Rigid Side Walls and Rectilinearly Deforming Bottom Plate due to Uplift Motion

Taniguchi, T., Segawa, T.

ASME Pressure Vessel and Pipings Conference, Seismic Engineering, PVP2008-61166, 2008

平底円筒貯槽の浮上り挙動への陽解法の適用性に関する基礎的研究

中島照浩^{*1}, 安藤嘉紀, 谷口朋代 (^{*1}JIP テクノサイエンス)

応用力学論文集, Vol.11, pp.1047-1054, 2008年8月

GPVを利用したダム下流河川における河川水温管理モデルの提案

梶川勇樹, 矢島啓, 檜谷治

水工学論文集, 第52巻, pp.1075-1080, 2008年

Study on Characteristics of the Surface Flow of the Upstream Region in Loess Plateau

Huang, J., Hinokidani, O., Yasuda, H., Kajikawa, Y.

Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE, Vol.52, pp.1-6, 2008.

Study on Numerical Simulation Technique of "Rainfall-Runoff" Process of a Distributed-type Basin

Huang, J., Hinokidani, O., Kajikawa, Y., Yasuda, H.

Journal of Soil and Water Conservation, Vol.22(4), pp.52-55, 2008.

Analysis of Annual Available Water Resources of A Representative Basin in Upper Loess Plateau

Huang, J., Hinokidani, O., Kajikawa, Y., Yasuda, H., Zheng, J.* (^{*}Institute of Soil and Water Conservation, CAS and MWR)

8th International Conference on HydroScience and Engineering, pp.129-130, 2008.

Stability and Movement Analyses of Slopes Using Generalized Limit Equilibrium Method

Enoki, M., Luong, X. B.^{*1} (^{*1}University of Transport and Communication at Hanoi)

Proc. 10th Intl. Symp. on Landslides & Engineered Slopes, pp.100-106, Aug. 2008.

Discussion on the Validity of Slice Methods Based on the Theory of Plasticity

Enoki, M., Luong, X. B.^{*1} (^{*1}University of Transport and Communication at Hanoi)

Proc. 12th Intl. Conf. & Field Trip on Landslides, Vol.1, pp.11-12, Aug. 2008.

技術者の徒然草 3

スロー・エンジニアリングの勧め(1)－技術を楽しもう－

榎 明潔

土木技術, 第63巻, 3号, pp.95-99, 2008年3月

技術者の徒然草 4

「火鉢の科学」と「火鉢の文明」

榎 明潔

土木技術, 第63巻, 5号, pp.82-87, 2008年5月

技術者の徒然草 5

スロー・エンジニアリングの勧め(2)－便利になるより賢くなろう－

榎 明潔

土木技術, 第63巻, 7号, pp.86-90, 2008年7月

技術者の徒然草 6

短絡的自然保護－ホテルの養殖は自然保護か－

榎 明潔

土木技術, 第63巻, 9号, pp.86-89, 2008年9月

Side Friction and Its Effects on Shear Strength Parameters in Direct Shear Box Tests

Shimizu, M., Furusawa, Y.

Proc. of the 3rd Int. Conf. on Geotechnical Eng., GEO-CHIANGMAI, Chiang Mai, Thailand, pp. 311-316, Dec. 2008.

2008年版 コンクリート診断士合格必携

笠井芳夫^{*1}, 田澤榮一^{*2}, 井上正一他 (^{*1}日本大学名誉教授, ^{*2}広島大学名誉教授)

技術書院, 2008年4月

石灰石微粉末による焼却灰溶融スラグを用いたコンクリートの品質改善

金子泰治*, 井上正一, 吉野 公, 黒田 保 (*大本組)

コンクリート工学年次論文集, 第30巻, 第2号, pp.505-510, 2008年7月

コンクリートの ASR 膨張に与える反応性骨材混入量および促進養生条件の影響

黒田 保, 井上正一, 吉野 公, 西林新蔵* (*鳥取大学名誉教授)

コンクリート工学年次論文集, 第30巻, 第1号, pp.1005-1010, 2008年7月

Effects of Accelerated Test Conditions on ASR Expansion of Concrete Core

Kuroda,T., Inoue,S., Yoshino,A., Nishibayashi,S^{*1}., Miyagawa,T^{*2}. (*¹Professor Emeritus, Tottori University, ^{*2}Kyoto University)

Proceedings of the 13th International Conference on Alkali-Aggregate Reaction in Concrete, pp.216-224, June 2008.

Influence of ASR Expansion on Mechanical Properties of Concrete Deteriorated by ASR

Kubo,Y^{*1}., Watanabe,Y^{*1}., Ueda,T^{*2}., Kuroda,T., Nomura,N^{*3}. (*¹Kanazawa University, ^{*2}Tokushima University, ^{*3}West Japan Railway Company)

Proceedings of the 13th International Conference on Alkali-Aggregate Reaction in Concrete, pp.206-214, June 2008.

エンジニアリング・デザイン教育の方法と課題ー地域あるいは企業との連携ー

吉野 公

平成19年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, pp.136-137, 2008年8月

鳥取県下に分布する脆弱土の安定処理と地質年代

坂口雅範^{*1}, 新任修^{*2}, 藤村 尚 (*¹NIPPO コーポレーション, ^{*2}シンワ技研コンサルタント)

第8回地盤改良シンポジウム論文集, pp.115-120, 2008年11月

トンネル用ソフトで通常的设计解析と同時に描く地山特性曲線と内空変位曲線

木山 英郎, 西村 強, 畑 浩二*, 中岡 健一* (*大林組)

第37回岩盤力学シンポジウム講演論文集, pp.119-124, 2008年1月

3次元落石運動解析における軌跡の拡がりに関する検討

西村強, 福田毅*, 橋本純成, 木山英郎 (*大林組) 第37回岩盤力学シンポジウム講演論文集, pp.141-146, 2008年1月

Parametric Three-dimensional Simulations of Dispersion of Rockfall Trajectories

Nishimura,T.,Kiyama,H., Fukuda,T*. (*Geoscience Laboratory)

Proceedings of the 42nd US Rock Mechanics Symposium, Paper No.99, CD-ROM, 2008. 6

岩盤斜面の崩壊過程に関する個別要素法による数値解析

西村 強, 福田 毅*, 大野 紀之, 辻野 考治 (*地層科学研究所)

第12回岩の力学国内シンポジウム講演論文集, pp.169-174, 2008年9月

NATMの地山特性曲線で得られた支保効果に関する知見

木山 英郎, 西村 強, 畑 浩二*, 中岡 健一* (*大林組)

第12回岩の力学国内シンポジウム講演論文集, pp.759-765, 2008年9月

円形要素を用いた個別要素モデルの強度特性の解析と評価

辻野 考治, 西村 強, 福田 毅* (*地層科学研究所) 実務利用を目指すマイクロジオメカニクスに関するシンポジウム発表論文集, pp.47-52, 2008年11月

N-line Beach Evolution Model Considering Advection and Diffusion Effects of Nourished Sand

Shibutani, Y. *, Kuroiwa, M., Matsubara, Y. (*Doctoral Course, Graduate School of Engineering, Tottori Univ.)

Proceedings of the Eighteenth International Offshore and Polar Engineering Conference, pp. 713-720, 2008.

Applicability of Coastal Area Model to

Mophodynamics Around river Mouth

Kuroiwa, M., Kuchiishi, T. *, Kato, K. *, Sunagawa, S. *, Matsubara, Y. (*Idea Consultants.)

Proceedings of the 31st International Conference on Coastal Engineering, pp.2218-2230, 2008.

VOF 法と DEM 法による捨石構造物変形予測モデルとその適用性に関する研究

金 美錦^{*1}, 黒岩正光, 松原雄平, 村中亮太^{*2} (*¹ 韓国海洋大学校, ^{*2} 福井県)

海洋開発論文集, Vol.24, pp.1023-1028, 2008 年 6 月

CVM および TCM による海岸整備事業の評価

松原雄平, 森川数美^{*1}, 常保雅章^{*1}, 市村康^{*2}, 小泉知義^{*2} (*¹ 国土交通省中国地方整備局, ^{*2} 日本ミクニヤ)

海洋開発論文集, Vol.24, pp.1165-1170, 2008 年 6 月

移流拡散による土砂投入を考慮した等深線変化予測モデルに関する研究

渋谷容子*, 黒岩正光, 松原雄平 (*鳥取大学大学院博士後期課程)

海洋開発論文集, Vol.24, pp.1249-1254, 2008 年 6 月

鳥取県千代川河口における地形変化特性

黒岩正光, 松原雄平, 石田雅博^{*1}, 吉津憲^{*2}, 三納正美^{*2} (*¹ 国土交通省鳥取河川国道事務所, ^{*2} 日本ミクニヤ)

海岸工学論文集, 第 55 巻, pp.631-635, 2008 年 10 月

養浜土砂の移流拡散を考慮した等深線変化予測モデルに関する研究

渋谷容子*, 黒岩正光, 松原雄平 (*鳥取大学大学院博士後期課程)

海岸工学論文集, 第 55 巻, pp.761-765, 2008 年 10 月

The Basin and Crustal Velocity Structure Models for the Simulation of Strong Ground Motions in the Kinki Area, Japan

Iwata, T., Kagawa, T., Petukhin, A., Onishi, Y.

J. Seismology, Vol. 12, pp.223-234, DOI 10.1007/s10950-007-9086-7, Jan. 2008.

A Study on Empirical Ground Motion Estimation Introducing Fault Rupture Propagating Effects

Kagawa, T.

The 14th World Conference on Earthquake Engineering, #07-0048, CD-ROM, Oct. 2008.

Concept and Aspect of the Killer Pulse Due to Earthquake Fault Rupture

Kagawa, T. and Irikura, K.

International Symposium on Structures under Earthquake Impact and Blast Loading, pp.9-14, Oct. 2008.

地震荷重一性能設計への展望

日本建築学会, 緑川光正^{*1}, 壇一男^{*2}, 藤堂正喜^{*3}, 香川敬生 他 13 名 (*¹ 北海道大学, ^{*2} 清水建設, ^{*3} 戸田建設)

丸善, pp.137-163(第 II 編 3 章): pp.179-192(第 II 編 5 章), 2008 年 3 月

Magnetotelluric Observations around the Focal Region of the 2007 Noto Hanto Earthquake (M-j 6.9), Central Japan

Yoshimura, R. ^{*1}, Oshiman, N. ^{*1}, Uyeshima, M. ^{*2}, Ogawa, Y. ^{*3}, Mishina, M. ^{*4}, Toh, H. ^{*5}, Sakanaka, S. ^{*6}, Ichihara, H. ^{*7}, Shiozaki, I., Ogawa, T. ^{*2}, Miura, T. ^{*1}, Koyama, S. ^{*2}, Fujita, Y. ^{*1}, Nishimura, K. ^{*1}, Takagi, Y. ^{*1}, Imai, M. ^{*6}, Honda, R. ^{*7}, Yabe, S. ^{*1}, Nagaoka, S. ^{*3}, Tada, M. ^{*1}, Mogi, T. ^{*7} (*¹ Kyoto Univ, ^{*2} Univ Tokyo, ^{*3} Tokyo Inst Technol, ^{*4} Tohoku Univ, ^{*5} Toyama Univ, ^{*6} Akita Univ, ^{*7} Hokkaido Univ)

Earth Planets and Space, Vol.60, No. 2, pp. 117-122, 2008.

Relationship between Seismic Ground Motion and Subsurface Structure by Analysis of Instrumental Seismic Intensity in Tottori Prefecture, Southwest Japan

Noguchi, T., Nishihara, M., Nishida, R.

Proceedings of The 14th World Conference on Earthquake Engineering, Oct. 2008.

Determination of Subsurface Structure of Izumo Plain, Southwest Japan using Microtremors and Gravity anomalies

Adachi, M., Noguchi, T., Nishida, N., Ohata, I., Yamashita, T., Omura, K.

Proceedings of The 14th World Conference on

Earthquake Engineering, Oct. 2008.

常時微動観測に基づく敦賀平野のS波速度構造の推定

小嶋啓介^{*1}, 野口竜也, 佐藤毅^{*2}, 黒田貴紀^{*3} (*¹ 福井大学, *² 塩浜工業, *³ 須山建設)
自然災害科学, NO.27-1, pp.85-96, 2008年3月

中国地方における地震活動と重力異常の関係について

野口竜也, 真鍋典子^{*1}, 小村紘平^{*2}, 西田良平^{*3} (*¹ アーバンパイオニア設計, *² 鳥取市水道局, *³ 放送大学)
東濃地震科学研究所報告, NO.22, pp.1-10, 2008年3月

常時微動および重力異常から推定される島根県出雲平野の地盤構造

足立正夫^{*1}, 野口竜也, 西田良平^{*2}, 大畑至^{*3}, 山下毅^{*4}, 小村紘平^{*5}, 元木健太郎^{*6}, 瀬尾和大^{*6} (*¹ 境総合技術高校, *² 放送大学, *³ JR 東海, *⁴ ニッポコーポレーション, *⁵ 鳥取市水道局, *⁶ 東京工業大学)
東濃地震科学研究所報告, NO.22, pp.11-23, 2008年3月

社会経営工学講座

User-perceived Software Service Availability Modeling with Reliability Growth

Tokuno,K., Yamada,S.

In Lecture Notes in Computer Science LNCS 5017 – Service Availability: Proceedings of the 5th International Service Availability Symposium (ISAS 2008), Tokyo, Japan, May 19-21, 2008, T. Nanya, F. Maruyama, A. Pataricza, and M. Malek, Eds., pp. 75-89, Springer-Verlag, Berlin, 2008.

Evaluation Method of Real-time Property for Software System with a Markovian Availability Model

Fukuda,M., Tokuno,K., Yamada,S.

In Recent Advances in Reliability and Quality in Design (Springer Series in Reliability Engineering), H. Pham, Ed., Chapter 10, pp. 225-238, Springer-Verlag, London, July 2008.

Extended Software Reliability Growth Modeling Based on Components' Characteristics

Fujiwara,T*, Yamada,S., Inoue,S. (*Business Cube & Partners, Inc.)

In Recent Advances in Reliability and Quality in Design (Springer Series in Reliability Engineering), H. Pham, Ed., Chapter 16, pp. 331-344, Springer-Verlag, London, July 2008.

A Study on ASpppearance Quality Improvement for Sponge Corner Material for Automotive Products

Yamada,S., Takahashi,K.

In Recent Advances in Reliability and Quality in Design (Springer Series in Reliability Engineering), H. Pham, Ed., Chapter 17, pp. 345-360, Springer-Verlag, London, July 2008.

Risk Management Techniques for Quality Software Development and Its Quantitative Evaluation

Fukushima,T*1, Yamada,S. (*1Nissin Systems Co., Ltd.)

In Recent Advances in Reliability and Quality in Design (Springer Series in Reliability Engineering), H. Pham, Ed., Chapter 20, pp. 407-422, Springer-Verlag, London, July 2008.

Early-stage Software Product Quality Prediction Based on Process Measurement Data

Yamada,S.

In Springer Handbook of Performability Engineering, K. B. Misra, Ed., Chapter 74, pp. 1227-1237, Springer-Verlag, London, September 2008.

アジャイル開発における品質メトリクスに基づく定量的ソフトウェア信頼性評価

藤原隆次*, 山田茂, ファン・マヌエル・エステベス* (*ビジネスキューブ・アンド・パートナーズ(株))
ソフトウェアエンジニアリング最前線 2008, pp. 55-62, 近代科学社, 東京, 2008年10月.

Stochastic Performance Evaluation for Software System Considering NHPP Task Arrival

Tokuno,K., Fukuda,M., Yamada,S.

International Journal of Performability Engineering, Vol. 4, No. 1, pp. 57-70, January 2008.

A Component-oriented Reliability Assessment Method for Open Source Software

Tamura,Y*, Yamada,S. (*Hiroshima Institute of Technology)

International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering, Vol. 15, No. 1, pp. 33-53, February 2008.

Component-oriented Reliability Analysis and Optimal Version-upgrade Problems for Open Source Software

Tamura,Y*, Yamada,S. (*Hiroshima Institute of Technology)

Journal of Software, Vol. 3, No. 6, pp. 1-8, June 2008.

2 変量ワイブル型ソフトウェア信頼度成長モデルとその適合性評価

井上真二, 山田茂

情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 8, pp. 2851-2861, 2008年8月.

Performance Analysis Based on the Number of Debuggings for Software System with Processing Time Limit Using Reliability Growth Model

Tokuno,K., Yamada,S.

Asia-Pacific Journal of Operational Research (APJOR), Vol. 25, No. 6, pp. 765-780, December 2008.

An Empirical Study of Stochastic Differential Equation Models Based on Component Importance Level for Open Source Software

Yamada,S., Tamura,Y*. (*Hiroshima Institute of Technology)

Opsearch, Vol. 45, No. 4, pp. 303-316, December 2008.

Quantitative Software Quality/Reliability Prediction Based on Project Management Data for Waterfall and Agile Development Paradigms

Yamada,S., Aoki,T.,Toyota,T*. (*Tottori University of Environmental Studies)

Opsearch, Vol. 45, No. 4, pp. 391-404, December 2008.

Reliability Assessment Methods and Optimal Bug-fix Release Problems Based on Deterministic Chaos Theory for an Open Source Software

Tamura,Y*. , Yamada,S. (*Hiroshima Institute of Technology)

Proceedings of the 23rd International Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC 2008), Shimonoseki, Yamaguchi, Japan, July 6-9, 2008, pp. 789-792.

A Method of Reliability Assessment Based on Deterministic Chaos Theory for an Open Source Software

Tamura,Y*. , Yamada,S. (*Hiroshima Institute of Technology)

Proceedings of the Second IEEE International Conference on Secure System Integration and Reliability Improvement (SSIRI 2008), Yokohama, Japan, July 14-17, 2008, pp. 60-66.

Dynamic Performance Analysis for Software Systems Considering Real-time Property in Case of NHPP Task Arrival

Tokuno,K., Yamada,S.

Proceedings of the Second IEEE International Conference on Secure System Integration and Reliability Improvement (SSIRI 2008), Yokohama, Japan, July 14-17, 2008, pp. 73-80.

Two-dimensional Software Reliability Assessment with Testing-coverage

Inoue,S., Yamada,S.

Proceedings of the Second IEEE International Conference on Secure System Integration and Reliability Improvement (SSIRI 2008), Yokohama, Japan, July 14-17, 2008, pp. 150-157.

Stochastic Differential Equation Modeling Based on Component Importance Levels for Open Source Software Reliability Analysis

Tamura,Y*. , Yamada,S. (*Hiroshima Institute of Technology)

Proceedings of the Fourteenth ISSAT International Conference on Reliability and Quality in Design, Orlando, Florida, U.S.A., August 7-9, 2008, pp. 59-63.

Quantitative Analysis of Software Projects Based on Process Monitoring Data

Yamada,S., Kawahara,A.

Proceedings of the Fourteenth ISSAT International Conference on Reliability and Quality in Design, Orlando, Florida, U.S.A., August 7-9, 2008, pp. 64-68.

A Study on Improvement in Abrasion Resistance by Resin Slide Materials of Automotive Rubber Products

Yamada,S., Takagi,R.

Proceedings of the Fourteenth ISSAT International Conference on Reliability and Quality in Design, Orlando, Florida, U.S.A., August 7-9, 2008, pp. 69-73.

Software Reliability Assessment Based on Agile Software Development Metrics

Fujiwara,T*. , Yamada,S. (*Business Cube & Partners, Inc.)

Proceedings of the Fourteenth ISSAT International Conference on Reliability and Quality in Design, Orlando, Florida, U.S.A., August 7-9, 2008, pp. 127-131.

Software Reliability Assessment with Relationships of Inter-failure Times before and after Change-point

Kuwada,H., Inoue,S., Yamada,S.

Proceedings of the Fourteenth ISSAT International Conference on Reliability and Quality in Design, Orlando, Florida, U.S.A., August 7-9, 2008, pp.

188-192.

Markovian Software Reliability Modeling with Testing-effort

Maehashi,K., Tokuno,K., Yamada,S.

Proceedings of the Fourteenth ISSAT International Conference on Reliability and Quality in Design, Orlando, Florida, U.S.A., August 7-9, 2008, pp. 193-197.

A Framework for Two-dimensional Software Reliability Modeling with Program Size

Inoue,S., Yamada,S.

Proceedings of the Fourteenth ISSAT International Conference on Reliability and Quality in Design, Orlando, Florida, U.S.A., August 7-9, 2008, pp. 198-202.

Service-oriented Software Availability Model with Service Degradation

Tokuno,K., Yamada,S.

Proceedings of the Ninth International Conference on Industrial Management (ICIM'2008), Osaka, Japan, September 16-18, 2008, pp. 626-631.

Open Source Software Reliability Analysis and Optimal Bug Fix Release Problem Based on Deterministic Chaos Theory

Tamura,Y*, Yamada,S. (*Hiroshima Institute of Technology)

Proceedings of the Ninth International Conference on Industrial Management (ICIM'2008), Osaka, Japan, September 16-18, 2008, pp. 644-648.

Software Reliability Measurement and Its Application with Change-point

Inoue,S., Yamada,S.

Proceedings of the Ninth International Conference on Industrial Management (ICIM'2008), Osaka, Japan, September 16-18, 2008, pp. 663-668.

Optimal Software Release Problem with User Installation

Toyota,T*, Yamada,S. (*Tottori University of Environmental Studies)

Proceedings of the Ninth International Conference on Industrial Management (ICIM'2008), Osaka, Japan, September 16-18, 2008, pp. 725-730.

A Method of Product's Reliability/Quality Analysis Based on Software Reliability Growth ModelsFujiwara,T*¹, Yamada,S., Gouda,H*². (*¹Business Cube & Partners, Inc, *²Fujitsu, Ltd.)

Proceedings of the 4th International Conference on Project Management (ProMac 2008), Anchorage, Alaska, U.S.A., September 15-18, 2008, CD-ROM 6pp.

Comparison of Software Reliability Assessment Methods Based on Deterministic Chaos Theory for an Open Source Software

Tamura,Y*, Yamada,S. (*Hiroshima Institute of Technology)

Proceedings of the 2008 IEEE Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC 2008), Singapore, October 12-15, 2008, CD-ROM (W. P2. 314(R). 3), pp. 3606-3611.

Stochastic Performability Evaluation for Software-Intensive System in Case of Tasks with Various Processing Deadlines

Tokuno,K., Yamada,S.

Proceedings of the 3rd Asian International Workshop on Advanced Reliability Modeling (AIWARM 2008), Taichung, Taiwan, R.O.C., October 23-25, 2008, pp. 575-582.

Optimal Software Release Policy with Change-point

Inoue,S., Yamada,S.

Proceedings of the 2008 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM 2008), Singapore, December 8-11, 2008, CD-ROM (IEEE Catalog Number: CFP08IEI-CDR), pp. 531-535.

プロジェクトマネジメントにおけるプロセスデータの統計的分析に基づく早期ソフトウェア品質予測に関する考察

山田茂

日本機械学会産官学連携センター研究協力事業院会 RC223: 知識経済社会の共創型産業プロセスに関する研究分科会研究報告書, pp. 167-176, 2008年2月.

OSS に対する確率微分方程式モデルに基づく最適

バージョンアップ時期の推定に関する一考察

田村慶信*, 山田茂 (*広島工業大学)
統計数理研究所共同研究レポート 221「最適化：
モデリングとアルゴリズム 21」, pp. 138-146, 2008
年 3 月.

**チェンジポイントを考慮したソフトウェア信頼性
モデルと最適リリース問題に関する一考察**

井上真二, 山田茂
統計数理研究所共同研究レポート 221「最適化：
モデリングとアルゴリズム 21」, pp. 147-152, 2008
年 3 月.

**比例ハザード性を考慮したマルコフ型ソフトウェ
ア信頼性モデルとその応用**

得能貢一, 山田茂
統計数理研究所共同研究レポート 221「最適化：
モデリングとアルゴリズム 21」, pp. 153-162, 2008
年 3 月.

**信頼度成長要因に基づいた 2 次元ソフトウェア信
頼性評価に関する一考察**

井上真二, 山田茂
京都大学数理解析研究所講究録 1589「不確実な状
況における意思決定の理論と応用」, pp. 104-109,
2008 年 4 月.

**OSS に対する 2 種類のモデルに基づく最適バージ
ョンアップ問題に関する適合性比較**

田村慶信*, 山田茂 (*広島工業大学)
京都大学数理解析研究所講究録 1589「不確実な状
況における意思決定の理論と応用」, pp. 195-204,
2008 年 4 月.

**プロセスデータに基づくソフトウェア開発プロジ
ェクトの品質指向型定量的評価法に関する考察**

青木俊樹, 山田茂
京都大学数理解析研究所講究録 1589「不確実な状
況における意思決定の理論と応用」, pp. 215-221,
2008 年 4 月.

**テスト網羅度関数の構築とソフトウェア信頼性評
価への応用に関する一考察**

谷向和也, 井上真二, 山田茂
京都大学数理解析研究所講究録 1589「不確実な状
況における意思決定の理論と応用」, pp. 222-228,
2008 年 4 月.

**OSS に対する確率微分方程式に基づく SRGM による
コンポーネント重要度の時間的変化の比較に関す
る一考察**

田中智朗, 田村慶信*, 山田茂 (*広島工業大学)
第 10 回 IEEE 広島支部学生シンポジウム (HISS)
論文集, 2008 年 11 月, 広島市南区, CD-ROM,
情報 D-10.

**プロセス監視データに基づく統計的プロジェクト
評価に関する研究**

河原章浩, 山田茂
第 10 回 IEEE 広島支部学生シンポジウム (HISS)
論文集, 2008 年 11 月, 広島市南区, CD-ROM,
情報 D-11.

**チェンジポイントを考慮したソフトウェア信頼性
モデルに関する研究**

桑田裕文, 井上真二, 山田茂
第 10 回 IEEE 広島支部学生シンポジウム (HISS)
論文集, 2008 年 11 月, 広島市南区, CD-ROM,
情報 D-12.

**テスト労力データを利用した比例ハザードモデル
のソフトウェア信頼性評価法への適用**

前橋健太, 得能貢一, 山田茂
第 10 回 IEEE 広島支部学生シンポジウム (HISS)
論文集, 2008 年 11 月, 広島市南区, CD-ROM,
情報 D-13.

**精密累積法に基づく自動車用ゴム製品の信頼性向
上に関する研究**

高木竜馬, 山田茂
第 10 回 IEEE 広島支部学生シンポジウム (HISS)
論文集, 2008 年 11 月, 広島市南区, CD-ROM,
その他 F-5.

**An Imperfect Inspection Problem with an
Inspection Threshold**

Satow, T., Kawai, H.
Proc. of ISSAT 2008, pp. 307-311, Aug. 2008.

**An Optimal Waiting Policy in a System of Two
Queues with the Shortest Queue Discipline**

Koyanagi, J., Kawai, H.
Proc. of AIWARM 2008, pp. 40-47, Oct. 2008.

**Evaluation of Fractionated Genetic Radiotherapy
by Complication-free Tumor Control Probability**

Satow, T.
Proc. of AIWARM 2008, pp. 225-232, Oct. 2008.

沿岸過疎地域の浸水災害を対象とした避難シミュレーション開発

松見吉晴, 蘆田哲也* (*株式会社ライテック)
土木学会海岸工学論文集, 第 55 巻, 2 号, pp. 1376-1380, 2008 年 11 月.

PI の役割と市民ニーズの計画への反映

谷本圭志
環境技術, Vol. 37, pp. 82-87, 2008.2.

生活交通サービスのユニバーサルデザイン

谷本圭志
交通工学, Vol. 43, No. 5, pp. 10-14, 2008.9.

Analysis on Cooperative Alliance Constituted by Companies with Different Technology Levels by using Shapley Value

Yang, D*, Odani, M*, Tanimoto, K., Ito, H*.
(*Kobe University)
Proc. of the 2008 IEEE Int. Conf. on Systems, Man and Cybernetics, CD-ROM, 2008.10.

小規模自治体における行財政計画の立案支援システムの構築

谷本圭志, 大近翔二
都市計画論文集, No. 43-3, pp. 307-312, 2008.10.

Effects of Tidal Variations on Storm Surges and Waves

Kim, S. Y., Yasuda, T*, Mase, H*.
(*DPRI, Kyoto University)
Applied Ocean Research, Vol. 30, pp. 311-322, 2008.

潮汐・高潮・波浪結合モデルによる土佐湾異常高潮の追算

金 洙列, 安田誠宏*, 間瀬 肇*
(*京都大学 防災研究所)
土木学会海岸工学論文集, 第 55 巻, pp. 321-325, 2008.

地球温暖化予測データに基づく台風極端化特性の評価と高潮シミュレーション

安田誠宏*, 高田理絵*, 金 洙列, 間瀬 肇*
(*京都大学 防災研究所)
土木学会海岸工学論文集, 第 55 巻, pp. 1331-1335,

2008.

潮汐・高潮・波浪結合モデルとメソ気象モデル WRF を用いた瀬戸内海における高潮再現計算に関する研究

安田誠宏*¹, 山口達也*², 金 洙列, 島田広昭*³, 間瀬 肇*¹
(*¹京都大学 防災研究所, *²日本工営株式会社, *³関西大学)
土木学会海岸工学論文集, 第 55 巻, pp. 331-335, 2008.

交通基盤施設整備に関する地域連携のモデル分析

福山 敬
JICE 研究開発成果概要集, 第 8 号, pp. 64-77, 2008 年 10 月.

準動学的 SCGE モデルによる国際物流需要予測および港湾整備の便益評価

檜垣史彦*¹, 水谷 誠*¹, 土谷和之*², 小池淳司, 上田孝行*³ (*¹国土交通省, *²三菱総合研究所, *³東京大学)
運輸政策研究, Vol. 10, No. 4, pp. 21-32, 2008.

パネルデータ分析による道路ネットワーク整備の事後分析

小池淳司, 佐藤裕介* (*加古川市役所)
高速道路と自動車, Vol. 51, No. 7, pp. 23-30, 2008.

Strategic Action of Local Airport for Air Service Development

Kita, H*, Koike, A. (*Kobe University)
Proceedings of 12th ATRS Congress in Athens, CD-ROM, 2008.

帰着便益分析による道路ネットワーク整備の公平性評価—RAEM-Light モデルを用いたアプローチ—
小池淳司, 佐藤啓輔*, 川本信秀* (*復建調査設計)
高速道路と自動車, Vol. 51, No. 12, pp. 27-33, 2008

一般廃棄物収集有料化の計量厚生分析—家計生産関数を考慮した CGE モデル—

小池淳司, 山口由美子, 細井由彦
環境工学研究論文集, Vol. 45, pp. 279-287, 2008

A Spatial Benefit Incidence Analysis of Highway Network Project

Koike,A., Tavasszy,L^{*1}., Sato,K^{*2}. (*¹TUDelt ,
*²Fukken Co., Ltd.)
Proceedings of Uddevalla Symposium, pp. 457-470,
2008.

**SCGE Model Construction and Simulation
Analysis of the Agricultural Subsidy Policy in
China**

Mu,Y^{*}., Koike,A. (*China Agricultural University)
Journal of Quantitative & Technical Economics, Vol.
26, No. 1, pp. 3-15, 2009 (in Chinese)

**Spatial Computable General Equilibrium model
“RAEM-Light” for Highway Network Projects in
Japan**

Koike,A., Tavasszy,L^{*1}., Sato,K^{*2}. (*¹TUDelt ,
*²Fukken Co., Ltd.)
Proceedings of 88th Annual Meeting of
Transportation Research Board, DVD, 2009.

**鳥取海岸沿岸の outer bar の短期変化特性につい
て**

木村 晃, 大野賢一* (*鳥取大学総合メディア基盤
センター)
海岸工学論文集, 第 55 巻, pp. 716-720, 2008 年
10 月.

**Morphological Changes of Shoreline and Offshore
Bars along Tottori Coast**

Kimura,A., Ohno,K^{*}. (*Information Media Center,
Tottori Univ.)
Proc. of 31st International Conference on Coastal
Engineering, pp. 2399-2411, Sep. 2008.

**A Study about Particle Pollutants Discharged from
Small Agricultural-forest Area during Irrigation
Period**

Lee,H., Masuda,T., Hosoi,Y.
Abstract book of 12th International Conference on
Integrated Diffuse Pollution Management, pp. 80-81,
Aug. 2008.

**Influence of Surface State of Paddy Fields on
Pollutant Load Outflow in Non-irrigation Period**

Lee,H., Katayama,T., Masuda,T., Hosoi,Y.
Abstracts for oral presentation, The 1st IWA
Asia-Pacific Young Water Professionals Conference
2008, pp. 109-110, Dec. 2008.

**殿ダム貯水池に流入する粒径別窒素・リン負荷量
の推定に関する研究**

増田貴則, 中田貴大, 細井由彦
水工学論文集, 第 51 巻, pp. 1243-1248, 2008 年 2
月.

**農業小流域から流出する粒子態汚濁物質の流出特
性と負荷量把握に関する研究**

李 衡峻, 増田貴則, 細井由彦
環境工学研究論文集, 第 45 巻, pp. 9-17, 2008 年
11 月.

**家庭系生ごみの組成分析と非滅菌高温 L-乳酸発
酵での利用**

赤尾聡史, 榮 祐介, 岩崎翔志, 門木秀幸* (*鳥
取県衛生環境研究所)
環境工学研究論文集, 第 45 巻, pp. 451-458, 2008
年 11 月.

講座による編集

土 木 工 学 講 座 67

飽和粘性土の一次元圧密試験における一次および二次圧密挙動

清水 正喜・谷川 大輝
鳥取大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻土木工学コース

Primary and Secondary Consolidation Behavior in Oedometer Tests of Saturated Cohesive Soil

Masayoshi SHIMIZU, Daiki TANIGAWA
Civil Engineering Course, Department of Management of Social Systems and Civil Engineering,
Graduate School of Engineering, Tottori University
Tottori, 680-8552 Japan
E-mail: mshimizu@cv.tottori-u.ac.jp

Abstract: A series of oedometer tests were conducted on saturated cohesive soil. The height of specimen was varied as 1, 2 and 4cm. At the specimen's bottom, pore-water pressure was measured to judge the time at which the primary consolidation ends, t_{EOP} . and vertical load was also measured to estimate the friction mobilizing on the side surface of the specimen. The primary and secondary consolidation strains developing before t_{EOP} were estimated based on the secondary compression rate, C_{α} , which was determined from the strain vs. time relationships after t_{EOP} . The estimated primary consolidation strain was compared with the strain predicted by Terzaghi's theory of consolidation.

Key Words: Primary consolidation, Secondary compression, Side friction, Terzaghi's theory, Saturated cohesive soil,

1. はじめに

飽和粘性土の一次元圧密試験を行った。供試体の厚さを 4 cm, 2 cm, 1 cm と変えて、さらに軸変位以外に、底面における軸荷重と間隙水圧を測定した。底面軸荷重は圧密リングと供試体との摩擦を評価するために測定した。また、間隙水圧は一次圧密終了時間を判定するのに利用した。

本研究では、過剰間隙水圧消散後の挙動から二次圧縮速度 C_{α} を決定し、それに基づいて過剰間隙水圧消散前の一次圧密および二次圧密量を推定した。さらに Terzaghi の圧密理論を適用して、一次圧密量の推定値と比較する。

2. 試料および供試体作製方法

繰り返し再圧密した飽和粘性土試料（藤森粘土）を使用した。大型圧密容器で最大圧密圧力 73kPa で予備圧密したものである。表 1 と図 1 に試料の物理的性質を示す。試料を直径 6cm, 厚さ (H_0) を 1, 2 および 4cm の供試体に整形した。

3. 試験装置および試験方法

図 2 に試験装置の全体図を示す。この試験装置を標準圧密試験機に設置し、上面排水・底面非

排水の条件で圧密を行った。

セル圧 100kPa を作用させ、圧密荷重を 9.8 から 1256(kPa)まで荷重増分比 1 で段階的に载荷した。圧密荷重 (図 1 参照) を供試体断面積で除した値

表 1 試料の物理的性質

土粒子密度 (g/cm^3)		2.683
粒度	シルト分 (%)	55.5
	粘土分 (%)	45.5
コンシステンシー	液性限界 (%)	56.7
	塑性限界 (%)	31.1
	塑性指数 (%)	25.6

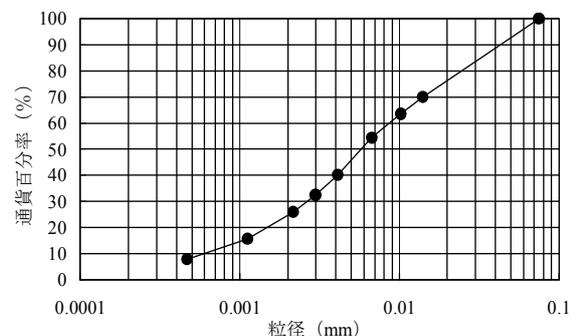


図 1 粒径加積曲線

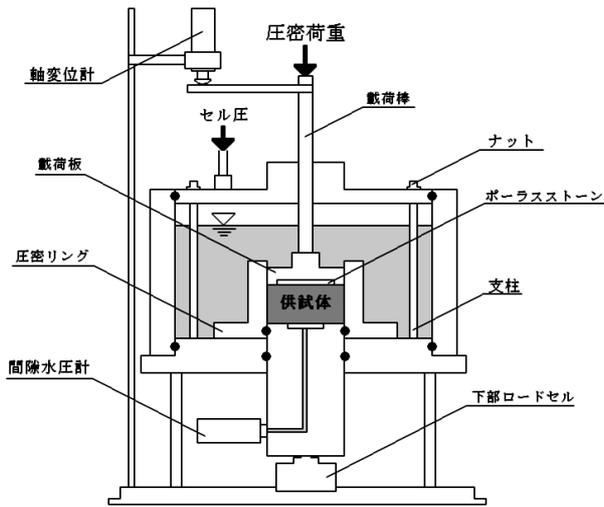


図2 試験装置

を圧密圧力 (p) と呼び、圧密の段階を識別する。セル圧 100kPa を作用させると載荷棒に約 3kPa 分の上向きの力が生じる。従って、正味の圧密圧力は p より約 3kPa 小さい。必要に応じて正味の圧密圧力を p_r と書く。

圧密時間は、各段階で 24 時間である。

4. 試験結果および考察

4.1 間隙水圧の挙動

図 3 (a) ~ (c) に間隙水圧と時間の関係を示す。代表的な例として、 $p=9.8$, 39.2 および 314 (kPa) の段階を示す。下に述べるように例外はあるが、間隙水圧は載荷 ($t=0$) 後、一旦上昇し、その後低下する。この挙動から、過剰間隙水圧が消散したと判断した時間 (t_{EOP}) を決定した (図にはマークで示した)。

$p=9.8$ kPa ($H_0=1$ cm) において、圧密荷重を載荷する前、間隙水圧がセル圧より低く、圧密荷重を載荷した時、間隙水圧はまだ上昇中であつた。また、すべての圧密段階で $H_0=4$ cm の場合に間隙水圧の上昇速度が遅い傾向が見られた。

これらの現象を考慮すると、間隙水圧測定経路のフラッシングが不十分であつた可能性が考えられる。フラッシングは、供試体底面に設置したポーラスストーンと、その下の圧力変換器につながる細孔を脱気することと混入した異物を排除するために行う。

$H_0=1$ cm の試験の $p=9.8$ kPa の段階と $H_0=4$ cm の試験で上記の影響が大きかったと思われる。その結果、特に、 $H_0=1$ cm の $p=9.8$ kPa の場合に t_{EOP} を決定できなかった。

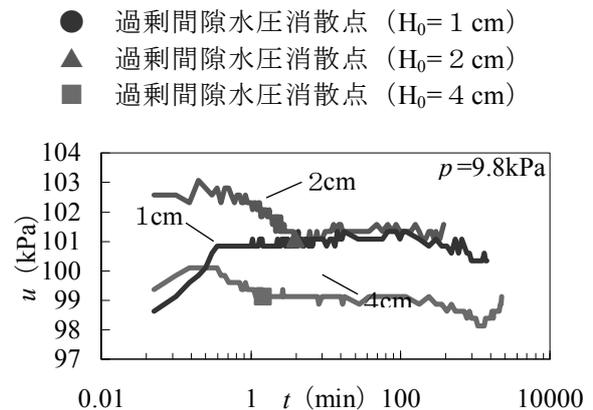
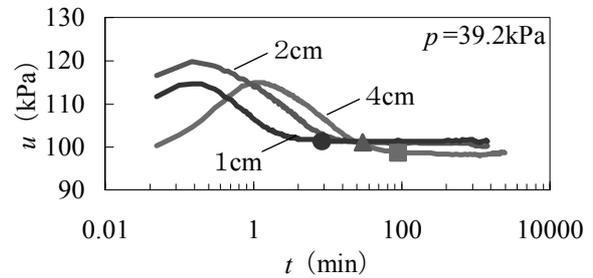
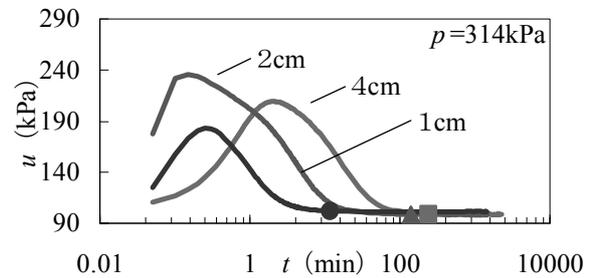
(a) $p=9.8$ kPa(b) $p=39.2$ kPa(c) $p=314$ kPa図3 $u - \log t$ 関係

図 3 において、過剰間隙水圧は圧密圧力の増分と同じだけ上昇していない。これは載荷と同時に圧密が進行し、過剰間隙水圧が減少していくためである。

図 4 に過剰間隙水圧の最大値 (Δu_{max}) と圧密圧力増加分 (Δp) の比 (B 値) と圧密圧力の関係を示す。 $p=40$ kPa の段階で B 値が最大になり、それ以降は、 p の増加とともに低下する傾向にある。

図 5 に各供試体厚さ H_0 における圧密圧力 (p) と t_{EOP} の関係を示す。

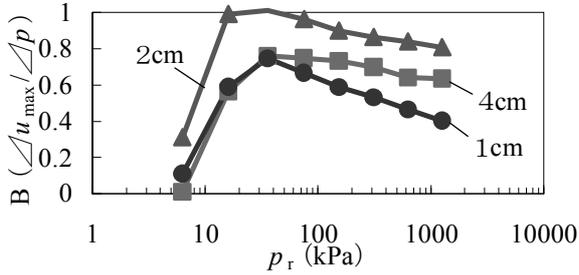


図4 B値 - log p 関係

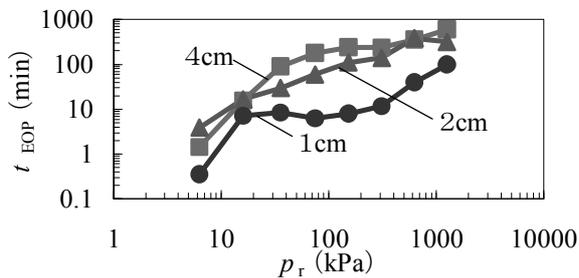


図5 t_{EOP} - log p 関係

この図から、どの圧密段階においても供試体厚さが小さいほど、過剰間隙水圧の消散が早いことがわかる。これは、供試体厚さが小さいほど最大排水距離が短いからである。

また、各供試体厚さ H_0 に対して、 p が大きくなるほど、 t_{EOP} は大きくなっている。

図6に、 t_{EOP} を \sqrt{t} 法で求めた t_{100} と比較した。 \sqrt{t} 法で求めた t_{100} を t_{EOP} で除した値を供試体毎に示している。ここで、供試体厚さ 1cm の $p = 9.8\text{kPa}$ の段階では、先に述べた理由により正確な t_{EOP} を決定できなかったため、図示していない。

図から、どの荷重段階でも t_{100} (\sqrt{t} 法) $< t_{EOP}$ の関係にあることがわかる。また、荷重が大きくなるにつれて、その差が大きくなっている。

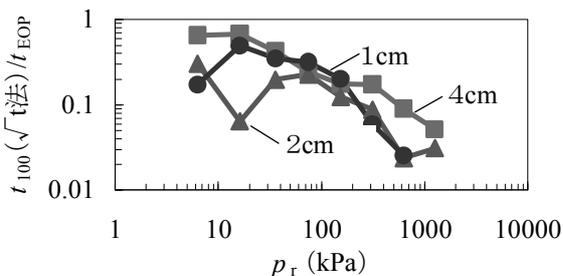


図6 t_{EOP} と t₁₀₀ (\sqrt{t} 法) の比較

4.2 ひずみの挙動

図7 (a) ~ (h) にひずみと時間の関係を示す。同じ圧密圧力に対して、厚さの異なる各供試体の挙動を比較している。どの荷重段階においても過剰間隙水圧が消散した時点のひずみ (ϵ_{EOP}) は供試体厚さによって異なった。正規圧密状態 ($p \geq 157\text{kPa}$) では、供試体厚さが大きいほど ϵ_{EOP} が大きくなる傾向が見られる。このことは、一次圧密中においても二次圧密が起こっている可能性を示唆している。

$t > t_{EOP}$ での挙動を見ると、どの荷重段階においても供試体厚さに関わらず、ひずみは時間の対数に対して直線的に変化している(増加している)ことがわかる。

4.3 Terzaghi の圧密理論との比較

(1) 二次圧密特性

$t > t_{EOP}$ において発生したひずみはすべて二次圧密によるひずみ ϵ_s であり、4.2で指摘したように ϵ_s は

$$\frac{d\epsilon_s}{d \log t} = C_\alpha \quad (1)$$

の関係に従って変化すると仮定することができる。 $t \geq t_0$ において二次圧密が生じると考えて、式(1)を $t = t_0$ において $\epsilon_s = 0$ の初期条件の下で積分すると

$$\epsilon_s = C_\alpha \cdot \log \frac{t}{t_0} \quad (2)$$

となる。

(2) 仮定

一次圧密量 ϵ_p を

$$\epsilon_p = \epsilon - \epsilon_s \quad (3)$$

として評価する。ここに ϵ は実測ひずみである。

さらに、下の2つの仮定を設けて、それぞれの仮定の下で一次および二次圧密量を推定した。

仮定1 : $t_0 = t_{EOP}$ と仮定する、即ち、 $t < t_{EOP}$ において二次圧密が生じない、従って $t < t_{EOP}$ における実測ひずみ ϵ はすべて一次圧密量であると仮定する。

仮定2 : $t_0 < t_{EOP}$ と仮定する。 $t < t_{EOP}$ において、二次圧密が発生する。二次圧密 ϵ_s は式(2)で表わされ、一次圧密量 ϵ_p は式(3)で表わされる。

(3) 仮定1に基づく一次圧密の理論値

実時間 t に相当する時間係数 T_V は

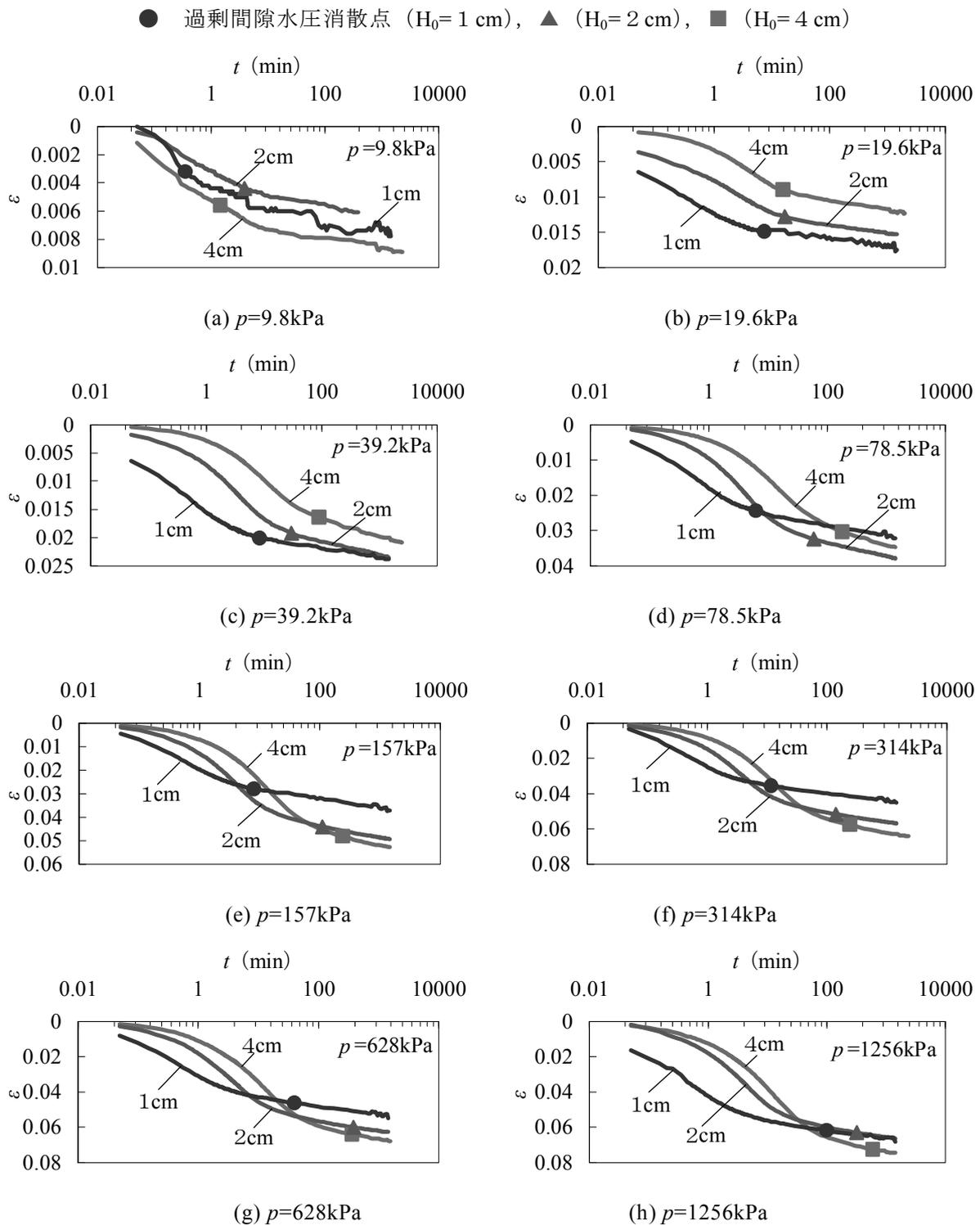


図7 $\varepsilon - \log t$ 関係

$$T_v = \frac{t \cdot H^2}{c_v} \quad (4)$$

で求められる．ここに c_v は実測データに \sqrt{t} 法を適用して求めた圧密係数である． T_v に相当する

圧密度は、理論より、

$$U = 1 - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{2}{M^2} \exp(-M^2 \cdot T_v) \quad (5)$$

ここに

$$M = \frac{2m+1}{2}\pi \quad (m=0, 1, 2\cdots)$$

で与えられる。仮定より、 $U=100\%$ に相当するひずみ ε_{100} は

$$\varepsilon_{100} = \varepsilon_{EOP} \quad (6)$$

で与えられる。任意の圧密度 U に対するひずみを ε' とおくと、 ε' は式(6)より

$$\varepsilon' = \varepsilon_{EOP} \cdot U \quad (7)$$

で求められる。

式(4), (5), (7)より、 $\varepsilon'-t$ の理論的關係を求めることができる。

(4) 仮定2に基づく一次圧密の理論値

図8参照を参照する。 ε_p-t 關係より $t=t_{EOP}$ におけるひずみ (ε_{pEOP}) を決定することができるので、 ε_{p90} は

$$\varepsilon_{p90} = \varepsilon_{pEOP} \times 0.9 \quad (8)$$

で求められる。さらに ε_p-t 關係より、 ε_{p90} における実時間 (t_{90}) を推定できるので、 c_v は式(4)より、

$$c_v = \frac{T_{V90} \cdot H^2}{t_{90}} \quad (9)$$

で求められる。実時間 t に相当する時間係数 T_v は式(4)で求められる。 T_v に相当する圧密度は、理論より、式(5)で与えられる。任意の圧密度 U に対するひずみを ε_p' とおくと、 ε_p' は

$$\varepsilon_p' = \varepsilon_{pEOP} \cdot U \quad (10)$$

で求められる。

式(4), (5), (8), (9), (10)より、 $\varepsilon_p'-t$ の理論的關係を求めることができる。

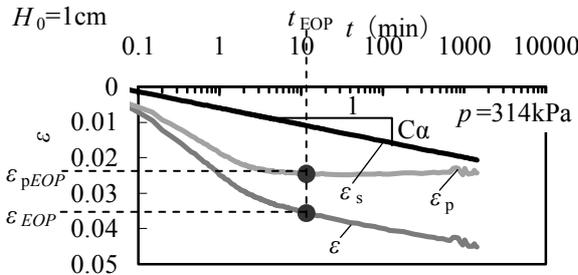


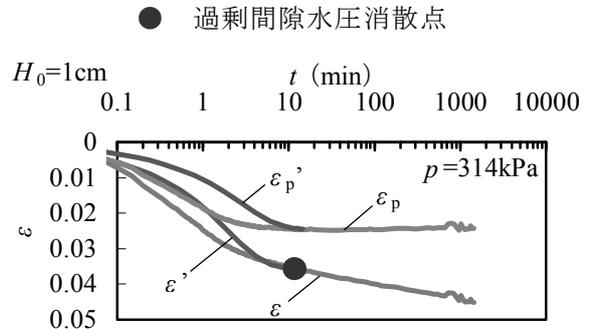
図8 $\varepsilon, \varepsilon_s, \varepsilon_p$ 關係

(5) 結果の比較

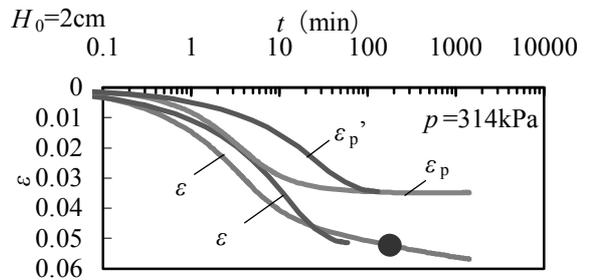
図9(a)~(c)に $p=314\text{kPa}$ (正規圧密状態) における

- 1) 実測 $\varepsilon-\log t$ 關係
 - 2) 仮定1に基づく理論的 $\varepsilon'-\log t$ 關係
 - 3) 仮定2に基づく $\varepsilon_p-\log t$ 關係
 - 4) 仮定2に基づく理論的 $\varepsilon_p'-\log t$ 關係
- を示した。仮定2に基づいて ε_p' を求めるには、 t_0 の値が必要である。図9は t_0 をそれぞれ図キャプションに示したように仮定したものである。

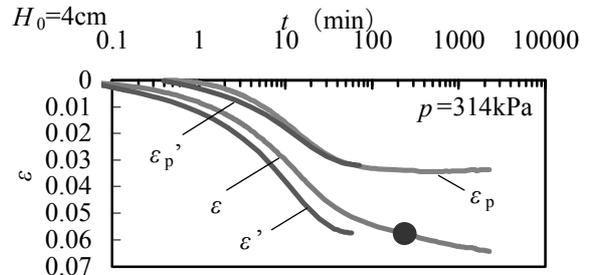
図9において ε と ε' を比べる。 $H_0=1\text{cm}$ と 2cm の場合には、 ε と ε' の挙動が全く異なっている。同じ時間において理論値よりも実測値が大き



(a) $H_0=1\text{cm}$ ($t_0=0.05\text{min}$)



(b) $H_0=2\text{cm}$ ($t_0=0.05\text{min}$)



(c) $H_0=4\text{cm}$ ($t_0=0.4\text{min}$)

図9 $\varepsilon-\log t$ 關係 (理論値との比較, $p=314\text{kPa}$)

いことから、 $t < t_{EOP}$ においても二次圧密が生じていると考えるべきである。 $H_0 = 4 \text{ cm}$ の場合には ε と ε' の曲線は似た形状ではあるが、時間が大きく異なっている。このように、一次圧密終了を t_{EOP} で判定してもTerzaghiの理論で実測値を説明できない。

後述するように、供試体厚さが大きいほど周面摩擦が大きくなる。 $H_0 = 4 \text{ cm}$ の場合には、周面摩擦の影響が大きいことが関係しているかもしれない。

次に、 ε_p と ε_p' を比べる。 $H_0 = 1 \text{ cm}$ と 2 cm の場合には、挙動が全く異なっている。 $H_0 = 4 \text{ cm}$ の場合には似た形状ではあるが、時間が若干異なっている。仮定2では、 $t > t_{EOP}$ において生じる二次圧密特性を C_α で評価して、それを $t < t_{EOP}$ に対しても拡張した。このように $t < t_{EOP}$ において生じる二次圧密量を考慮しても、一時圧密量 ε_p の挙動はTerzaghiの理論と異なった。

このことは、仮定の適用性に限界があることを示していると考えられるが、あるいは過剰間隙水圧消散前であってもTerzaghiの理論で説明できない挙動を示すという可能性も否定できない。

4.4 H^2 則の検証

Terzaghiの圧密理論では圧密時間は層厚の2乗に比例して長くなる。このことを検証するために、各荷重段階で t_{90} を供試体間で比較した。 $H_0 = 2 \text{ cm}$ の t_{90} を基準にして比で表す。 t_{90} として \sqrt{t} 法によって求めた場合と t_{EOP} の90%の値(t_{90EOP})の場合について、それぞれ、図10および図11に示した。

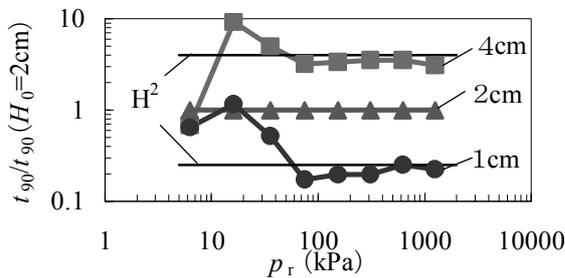


図10 \sqrt{t} 法によって求めた t_{90} による H^2 則の検証

ここで t_{100} ではなくで t_{90} で比較したのは、 \sqrt{t} 法では t_{100} を決定できないからである。また、図中の H_p^2 は、供試体厚さ 2 cm を基準にした場合の各供試体の H^2 則の理論値である。なお、供試

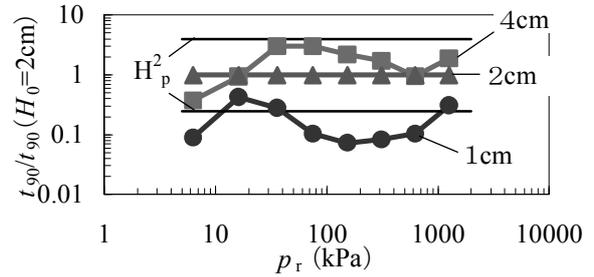


図11 t_{90EOP} による H^2 則の検証

体厚さは初期厚さ H_0 により評価した。

図10より、 \sqrt{t} 法では正規圧密状態に入ると H^2 則はほぼ成立している。 $t < t_{90}$ における実測圧密量はTerzaghiの理論で説明できることを表す。一方、図11において、 t_{90EOP} ではどの段階でも H^2 則が成立していない。このことは過剰間隙水圧の消散時点をと t_{100} とすると t_{100} 以前の挙動がTerzaghiの理論に従わないことを表している。

\sqrt{t} 法は軸変位から t_{90} を求めており、 t_{90EOP} は間隙水圧(消散時間 t_{100})から求めているため、使用しているデータが異なっている。これが H^2 則の検証結果に差が生じた理由と考えられる。

4.5 周面摩擦について

図12に、 $p = 314 \text{ kPa}$ における、底面軸荷重の測定値(単位面積当たりの力に換算)からセル圧を引いた値(p_u)と時間の関係を示す。測定値は底面に作用する全応力に相当する。

p_u は H_0 が大きいほど小さくなった。 H_0 が大きいほど供試体周面積が大きいので予想された結果である。ただし、周面摩擦力の大きさ($=p - p_u$)は H_0 に比例していない。

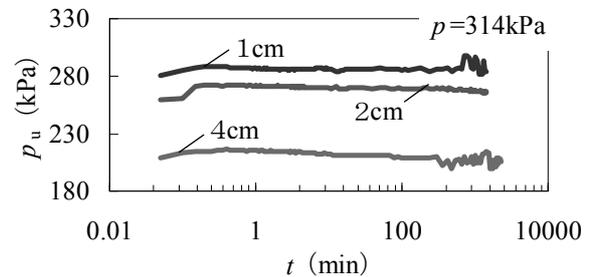


図12 $p_u - \log t$ 関係

図13に p_u の最大値($p_{u\max}$)と p_r の比($p_{u\max}/p_r$)を p に対して示した。この比($p_{u\max}/p_r$)が小さいほど周面摩擦の影響が大きいことを表す。

図より、ほとんどの荷重段階で、 $p_{u\max}$ は p_r よ

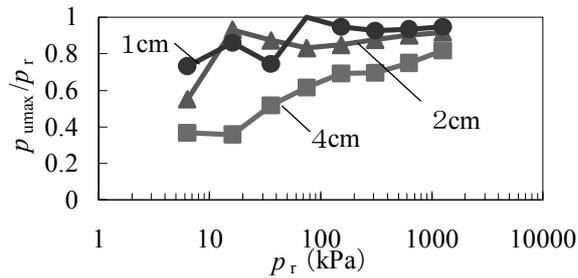


図 13 $p_{u_{max}}/p_r$ 関係

り小さいことがわかる。

試験後に試料がない状態で圧密荷重と底面荷重の関係を調べたが、常に一定の関係にならないことがわかった。これは、圧密容器の底板がピストン状になっており、水密性を確保するためピストン周面に O リングを装着しているためであると考えられる。

しかし、このような装置の構造上の摩擦を考慮したとしても、摩擦力は H_0 が大きいほど大きくなる。

周面摩擦力が H_0 によって異なることは、 t_{EOP} に対して H^2 則が成り立たなかったことのひとつの要因である可能性がある。

また、 $H_0=1\text{cm}$ で $p=80\text{kPa}$ において $p_{u_{max}}/p_r=1$ となり摩擦がなかったと判断されるが、 $p=20$ から 40kPa に载荷したとき、 $p_{u_{max}}/p_r$ の値が下がっているため载荷板等に引っ掛かりが生じ、 $p=80\text{kPa}$ になった時引っ掛かりが外れ、その反動により $p_{u_{max}}/p_r$ が 1 という値にまで上昇したと思われる。

5. 結論

本研究で得られた主な知見をまとめる：

(1) 一次圧密終了時 (t_{EOP}) のひずみ ϵ_{EOP} は、供試体の厚さ (H_0) によって異なった。

(2) 同じ圧密圧力に対して、 t_{EOP} は H_0 が大きいほど大きくなった。

(3) 仮定 1 検証結果から、 $t < t_{EOP}$ での圧密挙動は Terzaghi の圧密理論だけでは評価できない。

(4) 仮定 2 の検証結果から、 $t < t_{EOP}$ で生じる二次圧密特性を、 $t > t_{EOP}$ における二次圧縮速度 C_α で評価するには限界がある。

(5) H_0 が大きいほど、周面摩擦力が大きくなる。しかし、実験機の構造上発生する摩擦が存在し、その摩擦も一定でないため、一定にするまたは小さくする必要がある。

本研究の問題点を挙げ、今後の課題とする：

(1) t_{EOP} を $u - \log t$ 関係から決定するとき主観が入る。

(2) $H_0=1\text{cm}$ と 4cm の試験は間隙水圧の応答がよくない。再現性を確かめるべきである。

謝辞

本研究の一部は第二著者の卒業研究（工学部土木工学科）として実施されたものである。ご指導を賜った榎明潔教授に謝意を表す。また岩成敬介技術職員には技術的なご指導をいただいた。謝意を表す。

(受理 平成 21 年 10 月 7 日)