

活動報告



環境エネルギー科学(汚染拡散学)研究室の研究活動(1994)

Research Activity in Environmental Energy Science Laboratory in 1994

田川 博章・水崎 純一郎(併任)*

Hiroaki TAGAWA and Junichiro MIZUSAKI*

Global, environmental issues mainly come from fossil fuel consumption in large scale. It is necessary to reduce use of fossil fuels without lowering the level of living. In Environmental Energy Science Laboratory, the following research subjects are taken from this standpoint:

(1) Basic research in solid oxide fuel cells, with emphasis on kinetics and mechanism of electrode reactions in relation to electrode morphology, phase relations and thermodynamics and nonstoichiometry of cathode materials.

(2) Examining physicochemical properties of high-temperature superconducting oxides, especially on crystal structure, phase relations, chemical stability, electrical properties.

(3) Developing electrochemical sensors for carbon dioxide, carbon monoxide and nitrogen oxides.

(4) Why does the concentration of carbon dioxide in the atmosphere continue to increase? It could be examined the relation among fossil

fuel consumption, global surface air temperature and atmospheric CO₂ concentration.

Research staff and students are as follows,
Researcher staffs : Professor Hiroaki Tagawa ; Professor (Tohoku University, Concurrent) Junichiro Mizusaki ; Guest Professor Hideaki Inaba ; Assistant Professor (University of Tokyo) Takuya Hashimoto

Secretary : Hideko Hagiwara

Graduate students: Akira Endo, Masaaki Kato, Chitose Nakao, Hiroyuki O'hama, Shigenori Onuma, Hiroshi Takai, Eiki Tanaka, Tamaki Yamamura

Undergraduate students : Daisuke Isawa, Eiji Harayama, Yasutomo Katagiri, Toshifumi Nakajima, Koshi Oyama,

Research students : Quen Swan Ran, Wang Shao Rong, Zang Yi Can

Our research works have been orally presented and also published in articles. In the present review, the articles published in scientific journals, extended abstracts orally presented in domestic and international meetings, books, and reports during 1994 are summarized. These works are classified into [Article], [Oral presentation], and [Others].

横浜国立大学 環境科学研究センター 環境エネルギー科学(汚染拡散学)研究室

Department of Environmental Energy Science, Institute of Environmental Science and Technology, Yokohama National University, Yokohama, 240.

* 東北大学 科学計測研究所

Institute for Scientific Measurement, Tohoku University, Sendai, 980-77

地球規模の環境汚染、環境破壊として現在取り上げられている事項には次のものがある。

- 二酸化炭素の大気中濃度の増加
- 乾性・湿性の酸性降水物(湿性はいわゆる酸性雨)
- オゾン層の破壊
- 森林(特に熱帯雨林)・土壌の破壊
- 海洋・河川・湖沼の汚染・酸性化

これら諸現象の本源は、先進技術国においてはエネルギーの大量使用と技術の高度化であり、特に化石燃料の消費によって引き起こされる二酸化炭素、硫黄・窒素酸化物の発生による環境汚染であり、発展途上国においては人口の急増と都市への集中化、生存のための食料とエネルギー生産の問題に要約される。地球規模の環境汚染の問題を基本的に解決するためには、科学・技術の面からだけでなく、政治的、社会科学的な解決方法の提言と対処の方法も必要とされる。

生活水準の向上とともに、エネルギー消費は世界的に年ごとに増加している。化石燃料、特に石油には、資源としての限界があり、また化石燃料の消費による二酸化炭素の発生と環境への放出があり、同時に化石燃料の燃焼時には硫黄・窒素酸化物が副生し、大気中へ放出される。二酸化炭素、硫黄・窒素酸化物の放出は、地球規模の、また地域的な環境汚染を引き起こしている。

生活水準、エネルギーの使用量を変えないこと、化石燃料の消費量を減らすための方策には、

- (1) 現在実用されているエネルギー変換用設備・装置の効率の向上
- (2) エネルギー変換効率のより高いエネルギー機器の開発
- (3) 化石燃料に変わる新しいエネルギー資源の開発
- (4) 新エネルギーの開発

が必要になる。新エネルギーの実際の開発は想像するより遙かに社会的にも、技術的にも、また環境の保護の面からも難しい。容易に着手できることは、エネルギー変換効率を高めることと、高効率のエネルギー変換手段の開発のための努力になる。

本研究室では、1979年に研究室が創設されて以来、研究室の運営の基本的な考え方として、次のような立場から研究を行っている。

- エネルギーの大量消費が地球・地域環境にどのよう

なインパクトを与えるか

- エネルギーの大量使用による地球規模の環境問題の解決には、どのような手段を用いなければならないか

この見地から研究の大きな柱を立てると、以下のようになる。

- 化石燃料の利用効率の向上と資源保存のための燃料電池の基礎科学的な研究
- 電力の輸送・貯蔵のための超伝導物質の探索と利用のための物性的な研究
- 地球環境の保全のために必要とされる高機能の化学センサーの開発
- 新エネルギー開発に関係する基礎的、科学的な研究

具体的な、目的によって分類した研究テーマは次の通りである。

I. 燃料電池開発のための基礎科学

1. 固体酸化物燃料電池(SOFC)

空気極、燃料極上でのガス電極反応機構の解明

高温における構成材料の結晶構造と相関係

構成材料の合成法、化学的安定性、熱力学的安定性、両立性(反応性)

構成材料の電気的性質と不定比性の関係

固体酸化物燃料電池の低温化に伴う新しい空気極、電解質、燃料極材料の開発と電極反応の解明

2. 固体高分子電解質膜燃料電池の基礎科学

電解質膜の物性と水蒸気分圧、酸素分圧、水素分圧、温度依存性

電極(空気極、燃料極)上でのガス電極反応機構の解明

II. 化学センサー

1. 空気中のCO₂を検出するセンサー

電解質:炭酸リチウム、起電力法、定電位電解法(限界電流法)

センサーの構造: O₂(1), CO₂(1), Au(1) / Li₂CO₃ / Au(2), CO₂(2), O₂(2)

2. 空気中のCOを検出するセンサー:

電解質: (La, Sr)₂CuO₄, (La, Sr)MnO₃

方法: 起電力法、定電位電解法(限界電流法)

3. 空気中のNO_xを検出するセンサー

新しい電解質の開発とセンサー化

非平衡ガスによる不定比性酸化物の窒素酸化物による酸化とその性質変化

Ⅲ. 高温超伝導酸化物

1. 材料の低温合成法
共沈法, 凍結乾燥法など
2. 超伝導発現の機構解明のための基礎データ
熱力学的特徴, 常伝導温度にみられる物性の特徴
(構造と不定比性)

Ⅳ. 検討中, あるいは休眠中の研究テーマ

1. 高レベル放射性廃棄物のセラミック固化
2. 熱エネルギー—化学エネルギー直接変換(熱化学的水素製造法)
3. 大気中の二酸化炭素濃度の増加と化石燃料消費量との相関
4. 酸性(湿性, 乾性)降下物の測定法
金属・石灰岩等による酸性降下物の定量化, 雨水のpHの連続測定法

以下に, いままで行ってきた, あるいはいま行っている研究成果のうち, 1994年に発表した結果を, 論文による研究報告は[研究論文], 総説・解説などの啓蒙論文は,[総説・解説]として, また, 国内・国際学会などにおける口頭による研究発表と啓蒙のための講演は[口頭発表]として分けて以下に記す。口頭発表ではあるが, 国内・国際学会などにおいて論文として完成しているものについては, 論文の欄にも重複して掲載した。

[研究論文 Article]

A94-1) Fossil fuel consumption and global surface air temperature for interpreting the increase of atmospheric CO₂ concentration
Hiroaki Tagawa and Junichiro Mizusaki
Proceedings of the International Symposium on Global Cycles of Atmospheric Greenhouse Gases, Paper No.48, pp. 255–264 (1994), held on March 7–10, 1994, Sendai International Center, Sendai.

A94-2) Oxygen deficiency in BaBi_{0.25}Pb_{0.75}O_{3-δ} and its effect on the conduction behavior and crystal structure
Takuya Hashimoto, Hiroshi Kawazoe, Toshikazu Yoshida, Junichiro Mizusaki and Hiroaki

Tagawa

Report of the Res. Lab. of Engineering Mater., Tokyo Inst. Technol., No.19, 19–27 (1994).

A94-3) Kinetic studies of the reaction at the nickel pattern electrode on YSZ—in H₂—H₂O atmospheres

Junichiro Mizusaki, Hiroaki Tagawa, Takatoshi Saito, Tamaki Yamamura, Kouji Kamitani, Katsuhiko Hirano, Minoru Ehara, Toshinobu Takagi, Tomoji Hikita Masamichi Ipponn-matsu, Shigeto Nakagawa and Keiichi Hashimoto

Solid State Ionics, 70/71(Part 1), 52–58 (1994).

A94-4) Kinetics of the electrode reaction at the H₂—H₂O porous Pt/stabilized zirconia interface

Junichiro Mizusaki, Hiroaki Tagawa, Kensuke Isobe, Motoaki Tajika, Ikumasa Koshiro, Hideki Maruyama and Katsuhiko Hirano

J. Electrochem. Soc., 141 [6], 16746–1683 (1994).

A94-5) Preparation of nickel pattern electrodes on YSZ and their electrochemical properties in H₂—H₂O atmospheres

Junichiro Mizusaki, Hiroaki Tagawa, Takatoshi Saito, Kouji Kamitani, amaki, Yamamura, Katsuhiko Hirano, Shaw Ehara, Toshinori Takagi, Tomoji Hikita, Masamichi Ippommuatsu, Shigeto Nakagawa and Keiichi Hashimoto

J. Electrochem. Soc., 141 [8], 2129–2134 (1994).

A94-6) Oxygen reduction behaviour at the Co-fired La_{0.8}Sr_{0.2}MnO₃/YSZ interface, as an SOFC air electrode

Hiroyuki Kamata, Akio Hosaka, Junichiro Mizusaki and Hiroaki Tagawa

Proceedings of the 1st European Solid Oxide Fuel Cell Forum, pp. 725–744 (1994)

A94-7) Effect of lanthanum deficiency on the nonstoichiometry, electronic properties and structure of Ln_{1-x}MnO_{3-δ}

Junichiro Mizusaki, Hiroaki Tagawa, Yuki Yonemura, Hidehiro Minamiue and Hidetaka

Nambu

Proceedings of the 2nd International on Symposium IONIC AND MIXED CONDUCTING CERAMICS, ed. by T. A. Ramanarayanan, W. L. Worrell and H. L. Tuller, The Electrochem. Soc. Proceedings Ser. Vol. 94-12, pp. 402-411 (1994).

[総説, 解説, 調査・作業報告書等 Reviews and Reports]

R94-1) 燃料電池から直接電気をつくるー燃料電池発電システムー

田川博章

メカライフ, 第36号(1994年6月), 18-19 (1994).

R94-2) 水素について思う (巻頭言)

田川博章

HESS (水素エネルギー協会) 会誌, 19 [1], 1-2 (1994)

R94-3) インピーダンス測定法IV. 基礎(2) 固体電解質ー基礎電気化学測定法の新しい展開ー

水崎純一郎

電気化学, 62, 386-390 (1994)

R94-4) 平成5年度「燃料電池発電技術開発」研究成果報告書

田川博章 (SOFC部長として参画)

新エネルギー・産業技術総合開発機構, p. 65-97 (1994).

R94-5) 高温型燃料電池技術研究会報告書, 平成5年度報告書

田川博章 (研究会委員長として参画)

(財)石油産業活性化センター, PEC-93TA02, pp. 55 (1994).

[口頭発表 [学会, 講演会, 講習会等 Oral Presentations and Lectures]

O94-1) $BaPb_{1-x}Bi_xO_{3-d}$ の酸素不定比性と構造・伝導特性

吉田智一, 米村友紀, 水崎純一郎, 田川博章, 橋本拓也, 平沢 冷

第32回セラミックス基礎科学討論会 2B-2 (講演要旨集, pp.152-153)

1994年1月27-28日, 東京都立大学国際交流会館 (東京都, 八王子市).

O94-2) 酸素分圧を制御した高温X線回折測定による $La_{1-x}Sr_xMnO_3$, $La_{1-y}MnO_3$ の高温相関係

南部英高, 水崎純一郎, 田川博章

第32回セラミックス基礎科学討論会 1D-15 (講演要旨集, pp.314-315)

1994年1月27-28日, 東京都立大学国際交流会館 (東京都, 八王子市).

O94-3) 固体酸化物燃料電池の開発とセラミックス材料

田川博章

第21回ニューセラミックスセミナー「地球環境とニューセラミックスー新しい市場の創造ー」, 要旨集 pp. 7-17

1994年3月3-4日, なにわ会館(大阪市).

O94-4) Fossil fuel consumption and global surface air temperature for interpreting the increase of atmospheric CO_2 concentration

Hiroaki Tagawa and Junichiro Mizusaki

Proc of the Int'l Symp. Global Cycles of Atmospheric Greenhouse Gases, No. 48, pp. 255-264 (1994)

March 7-10, 1994, Sendai International Center, Sendai.

O94-5) $BaPb_{1-x}Bi_xO_{3-d}$ の酸素欠損と構造・輸送特性

橋本拓也, 平沢 冷, 吉田智一, 米村友紀, 田中栄喜, 水崎純一郎, 田川博章

日本物理学会第49回年会, 31aP548

1994年3月31日, 福岡工業大学(福岡市)

O94-6) 白金/安定化ジルコニア電極における水素ー水蒸気混合ガスの電極反応機構と速度式

水崎純一郎, 田川博章, 磯部健介, 小城育昌, 田鹿元昭, 丸山秀樹, 平野克比古

電気化学協会第61回大会, 3C05 (講演要旨集, p.80)

1994年4月3-5日, 東北大学川内キャンパス, 仙台国際センター(仙台市).

O94-7) 導電性酸化物固溶体 (Li 添加 $La_{2-x}Sr_xCuO_4$) を固体基準極として用いた CO_2 ガスセンサー

張益燦, 成田英和, 水崎純一郎, 田川博章

電気化学協会第 61 回大会, 1D29 (講演要旨集, p.102)

1994 年 4 月 3-5 日, 東北大学川内キャンパス, 仙台国際センター(仙台市).

O94- 8) $BaPb_{1-x}Bi_xO_{3-d}$ の酸素不定比性及び導電機構の解析

橋本拓也, 田中栄喜, 吉田智一, 米村友紀, 平澤冷, 川副博司, 水崎純一郎, 田川博章

電気化学協会第 61 回大会, 1I24 (講演要旨集, p.248)

1994 年 4 月 3-5 日, 東北大学川内キャンパス, 仙台国際センター(仙台市).

O94- 9) ペロブスカイト型酸化物 $La_{1-x}MnO_{3+d}$ の酸素過剰域における欠陥平衡モデル

水崎純一郎, 南上英博, 南部英高, 米村友紀, 田川博章

電気化学協会第 61 回大会, 1I28 (講演要旨集, p.250)

1994 年 4 月 3-5 日, 東北大学川内キャンパス, 仙台国際センター(仙台市).

O94- 10) Effect of lanthanum deficiency on the nonstoichiometry, electronic properties and structure of $La_{1-x}MnO_{3-d}$

Junichiro Mizusaki, Hiroaki Tagawa, Yuki Yonemura, Hidehiro Minamiue and Hidetaka Nambu

Proc. of 2nd Int'l Symp. IONIC AND MIXED CONDUCTING CERAMICS, Electrochem. Soc. Proc. Ser. 94-12, pp. 402-411 (1994).

O94- 11) SOFCカソードの材料・微構造と特性・反応機構

水崎純一郎, 田川博章

第 1 回燃料電池シンポジウム B3-2 (講演予稿集, p.250-255)

1994 年 6 月 27-28 日, 学士会館(東京都千代田区)

O94- 12) Oxygen reduction behaviour at the Co-fired $La_{0.8}Sr_{0.2}MnO_3$ / YSZ interface, as an SOFC air electrode

Hiroyuki Kamata, Akio Hosaka, Junichiro Mizusaki and Hiroaki Tagawa

Proc. 1st European Solid Oxide Fuel Cell Forum, pp. 725-744 (1994)

O94- 13) $BaPb_{0.75}Bi_{0.25}O_{3-d}$ の構造相転移

橋本拓也, 原山栄二, 平沢冷, 平井英二, 田中栄喜, 中尾千歳, 片桐康智, 吉田智一, 米村友紀, 水崎純一郎, 田川博章

日本物理学会 1994 年秋の分科会, 3aPS29 (講演要旨集第 3 分冊, p.281)

1994 年 9 月 2-5 日, 静岡大学(静岡市).

O94- 14) $BaPb_{0.75}Bi_{0.25}O_{3-d}$ の高温における構造相転移

橋本拓也, 原山栄二, 平沢冷, 平井英史, 田中栄喜, 中尾千歳, 片桐康智, 田川博章, 水崎純一郎

1994 年電気化学秋季大会, 2I32 (講演要旨集 p.216)
1994 年 9 月 19-20 日, 慶應義塾大学(横浜市).

O94- 15) La_2CuO_4 における導電率の NO_x 濃度依存性

長谷井政治, 米村友紀, 水崎純一郎, 田川博章

第 19 回化学センサー研究発表会, 10 (講演要旨集 p.37-40)

1994 年 9 月 19-20 日, 慶應義塾大学(横浜市).

O94- 16) $BaPb_{0.75}Bi_{0.25}O_{3-d}$ の酸素不定比性, 結晶構造・導電機構

橋本拓也, 平沢冷, 吉田智一, 米村友紀, 田中栄喜, 水崎純一郎, 田川博章

第 14 回電子材料研究討論会, B-01 (講演要旨集 p.31)

1994 年 9 月 22 日, 富士通川崎工場(川崎市).

O94- 17) 固体の非化学量論性性と高速イオン現象の関連に関する研究企画調査

田川博章

科学研究費総合 B 中間発表会

1994 年 10 月 31 日, 健保会館(東京都港区)

O94- 18) ジルコニア酸素センサーを用いた CO ガスの検出

張益燦, 成田英和, 水崎純一郎, 田川博章

第 20 回固体イオニクス討論会, 1A15 (講演要旨集 p.31-32)

1994 年 11 月 1-2 日, 虎ノ門パストラル(東京都港区)

O94-19) リチウムイオン導電体 CO₂, O₂ 応答性

成田英和, 張益燦, 水崎純一郎, 田川博章

第20回固体イオニクス討論会, 1A16 (講演要旨集 p.33-34)

1994年11月1-2日, 虎ノ門パストラル (東京都港区)

O94-20) 固体化学の実験を始めるに当たって

田川博章

固体化学実験法講習会

1994年12月12日, 東京工業大学百年記念館フェラ

イト講堂 (東京都)

O94-21) ニッケルパターン電極の電気化学特性の温度依存

山村たまき, 田川博章, 斎藤高寿, 水崎純一郎, 神谷光二, 平野克比古, 江原 譲, 高木俊宜, 菱沼祐一, 佐々木博一, 増木忠幸, 中村泰久, 橋本啓一

第3回SOFC研究発表会, 207A (講演要旨集 pp.89-94)

1994年12月19-20日, 科学技術館, サイエンスホール (東京都, 千代田区)