

ナノ構造グラファイトエネルギー材料の 開発と構造学的研究

(研究課題番号12450259)

平成12年度～平成13年度科学研究費補助金(基盤研究(B)(2))
研究成果報告書



平成14年3月

研究代表者 福永俊晴
(京都大学原子炉実験所教授)

科研
2001
173

は し が き

研究目的

特有の微細構造を有した炭素系無機材料の「カーボンナノチューブ」や「グラファイトナノファイバー」などは近年のキーマテリアルとして重要視されるようになっている。これまで研究でグラファイトのメカニカルアロイング法によりナノ構造化さらに Li 金属のインターカレーション、さらに水素吸蔵が可能であることを明らかにしてきた。このような研究背景を元にして、このメカニカルアロイングによってナノ化したグラファイトをさらに超臨界を用いてポーラス化させ、新しいナノ・ポーラス構造グラファイトの形態を構築することを目的とする。この新しいナノ・ポーラス構造グラファイトは水素吸蔵材料、リチウム 2 次電池の負極材料そして吸着・触媒作用を利用した材料などの応用が考えられる。本研究ではメカニカルアロイングによるナノ化と超臨界を用いたポーラス化を組み合わせ、軽量水素吸蔵材料とリチウム 2 次電池の高性能負極材料の開発を掲げるとともに、良い材料特性を有するナノ・マイクロサイズの形態を X 線・中性子回折そして小角散乱を組み合わせることにより明らかにしていく。

研究組織

研究代表者 福永俊晴（京都大学原子炉実験所教授）

研究分担者 川口昭夫（京都大学原子炉実験所助手）

研究分担者 伊藤恵司（京都大学原子炉実験所助手）

交付決定額（配分額）

（金額単位：千円）

	直接経費	間接経費	合 計
平成 12 年度	11,800	0	11,800
平成 13 年度	3,300	0	3,300
総 計	15,100	0	15,100

研究発表

1. 学会誌等

(本研究開始の原点となる論文)

1. Structural change of graphite subjected to mechanical milling.

T. Fukunaga, K. Nagano, U. Mizutani, H. Wakayama and Y. Fukushima
J. Non-Cryst. Solids 232-234 (1998) 416-419.

(本研究開始の原点となる論文)

2. The structural transformation of mechanically ground graphite.

H. Wakayama, J. Mizuno, Y. Fukushima, K. Nagano, **T. Fukunaga** and U. Mizutani
Carbon., 37 (1999) 947-952.

(本研究開始の原点となる報告論文)

3. 中性子散乱による非平衡水素吸蔵合金中の水素の位置の解明

福永俊晴

「サブナノ格子物質におけるプロチウム新機能」特定領域研究
研究成果報告書(1999) 109-114.

(本研究開始の原点となる論文)

4. Structure of and hydrogen concentrations in the mechanically prepared nanostructured graphite

S. Orimo, **T. Fukunaga**, G. Majer, A. Züttel, L. Schlapbach and H. Fujii
J. Appl. Phys Lett. 75 (1999) 3093-3095.

5. Structural Studies of the deuterated nanocrystalline graphite prepared by mechanical alloying.

T. Fukunaga, S. Saruki, K. Nagano, K. Itoh, S. Orimo and H. Fujii
Proc. of First International Symposium on New Protium Function in Materials,
ed. S. Morozumi and M. Okada, Osaka, Japan, (2000) 36-43.

6. Nanostructured graphite-hydrogen system prepared by mechanical milling under hydrogen and argon atmosphere

S. Orimo, H. Fujii, T. Matsushima, K. Itoh and **T. Fukunaga**
Metals and Materials, 6 (2000) 601-603.

7. Hydrogen in the mechanically prepared nanostructured graphite.

S. Orimo, G. Majer, **T. Fukunaga**, A. Züttel, L. Schlapbach, H. Fujii
Proc. of Eurocarbon., 1st World Conf. Carbon, 9-13 July 2000, Berlin, Germany

8. Structure of functional graphite as hydrogen storage and cell materials

T. Fukunaga

J. Advanced Science, 12 (2000) 166-173.

9. Location of deuterium atoms absorbed in nanocrystalline graphite prepared by mechanical alloying

T. Fukunaga, K. Itoh, S. Orimo, M. Aoki and H. Fujii

J. Alloys & Compounds 327 (2001) 224-229.

10. Defective carbon for hydrogen storage thermal desorption property of the mechanically prepared nanostructured graphite

S. Orimo, T. Matsushima, H. Fujii, **T. Fukunaga** and G. Majer

J. Applied Physics 90 (2001) 1545-1549.

11. Structural observation of energy storage materials prepared by MA

T. Fukunaga, K. Itoh, S. Orimo and H. Fujii

Physica B, (2001) in press.

2. 口頭発表

1. メカニカルアロイングで作製したグラファイト系プロチウム吸蔵材料の構造
伊藤恵司、福永俊晴、青木正和、折茂慎一、藤井博信
日本金属学会、春期大会、2000 年 3 月
2. メカニカルプロセスによるナノ構造制御は何がユニークか？
福永俊晴
アモルファス・ナノ材料 147 委員会、2000 年 6 月（依頼講演）
3. メカニカルアロイングしたカーボン材料における水素の中性子回折
福永俊晴
第 10 回水素と材料機能共同研究会、2000 年 6 月（依頼講演）
4. Structure of functional graphite as hydrogen storage and cell materials
T. Fukunaga
3rd Japan-France Seminar on Intelligent Materials and Structures,
Tokai University, Japan (2000) September
5. 中性子散乱による新炭素材料中における水素の結合状態（依頼講演）
福永俊晴
MH 利用開発研究会、2000 年 9 月
6. 中性子回折によるグラファイト系水素吸蔵材料の構造
福永俊晴、伊藤恵司和、折茂慎一、藤井博信
粉体粉末冶金協会、秋期大会、2000 年 10 月
7. パルス中性子回折による結晶－アモルファス固相構造変化に関する研究
福永俊晴
粉体粉末冶金協会、秋期大会、2000 年 10 月（特別講演）
8. Structural observation of energy storage materials prepared by MA
T. Fukunaga, K. Itoh, S. Orimo and H. Fujii
Inter. Symp. on Advanced Utilization of Research Reactor (2001) February
9. 中性子回折と材料研究
福永俊晴
高温学会、春期大会、2001 年 5 月（特別講演）

10. メカニカルアロイングと中性子回折（依頼講演）
福永俊晴
「メカニカルアロイング利用技術の進展」研究会、2001 年 7 月
11. 中性子で見る非平衡（ナノ・アモルファス）材料の構造（依頼講演）
福永俊晴
過冷金属研究会、2001 年 8 月
12. カーボン材料の中性子回折（依頼講演）
福永俊晴
CMC 研究会、2001 年 11 月
13. 中性子小・中角・全散乱によるハードカーボンの構造
長尾美紀、S.M. Mamun、神山崇、辰巳国昭、伊藤恵司、福永俊晴、
大友季哉、古坂道弘、菅野了次
日本中性子科学会、2001 年 12 月
14. 超音波 CVD 法によるカーボンマイクロコイル/ナノコイルの合成と微細構造
元島栖二、葛谷知洋、菱川幸雄、嶋田志郎、福永俊晴
高波の物性と化学討論会、2001 年 11 月
15. 超音波 CVD 法によるカーボンマイクロコイル/ナノコイルの合成と微細構造
元島栖二、葛谷知洋、楊 少明、菱川幸雄、嶋田志郎、福永俊晴
第 46 回人工結晶討論会、2001 年 12 月
16. メカニカルプロセスによるナノ構造制御
福永俊晴、伊藤恵司
「中性子散乱による物質構造解析の展望」専門研究会、2002 年 2 月
17. カーボンナノコイルの熱処理による構造変化
福永俊晴、伊藤恵司、元島栖二、葛谷知洋、菱川幸雄
日本金属学会、春期大会、2002 年 3 月
18. カーボンナノ水素吸蔵材料の微細構造
伊藤恵司、折茂慎一、藤井博信、福永俊晴
日本金属学会、春期大会、2002 年 3 月
19. ボールミリングした Mg-炭素系複合材料による水素吸蔵
政成和雄、楠原充也、南 晶子、松本雅義、酒多喜久、今村速夫、
福永俊晴
日本化学会、春期大会、2002 年 3 月

20. HYDROGEN STORAGE OF NANOCOMPOSITES SYNTHESIZED BY HIGH ENERGY BALL MILLING OF GRAPHITE AND MAGNESIUM
H. Imamura, M. Kusuhara, M. Matsumoto, K. Masanari, S. Minami, Y. Sakata, K. Itoh, T. Fukunaga
Int. Symp. on Metal-Hydrogen Systems(2002) September (発表予定)
21. THE LOCAL STRUCTURE OF HYDROGEN STORAGE NANOCRYSTALLINE GRAPHITE BY NEUTRON SCATTERING
K. Itoh, Y. Miyahara, S. Orimo, H. Fujii, T. Fukunaga
Int. Symp. on Metal-Hydrogen Systems(2002) September (発表予定)

4. 報告書、解説、出版物

1. Structure of Lithium-graphite intercalation compound by MA
T. Fukunaga and K. Nagano
KENS Report XIII (1999/2000)
2. Local structure of hydrogen storage nanocrystalline graphite by MA
T. Fukunaga, S. Saruki, K. Itoh, S. Orimo, M. Aoki and H. Fujii
KENS Report XIII (1999/2000)
3. エネルギー材料と中性子回折
福永俊晴
波紋 Vol. 9 (1999) 33-38
4. 非平衡材料と中性子回折
福永俊晴
まてりあ 39 (2000) 685-692
5. メカニカルアロイングしたカーボン材料における水素の中性子回折
福永俊晴
第 10 回水素と材料機能共同研究会報告書 (2000) 11-16.
「次世代の水素電池を考える」
6. 中性子散乱における新炭素材料中における水素の結合状態
福永俊晴
MH 利用開発研究会報告書 (2000) 9-15.
「水素エネルギー時代を切り開く MH 材料科学の進展」
7. メカニカルプロセスにおけるナノ構造制御は何がユニークか？
福永俊晴
第 68 回研究会 {アモルファス・ナノ材料第 147 委員会} 報告書
(2000) 1-7.
8. カーボン材料の中性子回折
福永俊晴
第 7 回 CMC 研究会報告書 (2001) 125-131.
9. メカニカルプロセスによるナノ構造制御
福永俊晴、伊藤恵司
「中性子散乱による物質構造解析の展望」専門研究会 (2002) 印刷中

研究成果による工業所有権の出願・取得状況

1. 特許出願 NP00128-UA (整理番号)、50000510776 (受付番号)

特願 2000-121728 (出願番号通知)

発明の名称：水素貯蔵体とその製造方法

発明者：藤井博信、折茂慎一、福永俊晴、ギュンター マイヤー、
アンドレアス ツッテル、ルイ シュラップバッハ

特許出願人：科学技術振興事業団

提出日：平成 12 年 4 月 21 日